







Handbuch
der
praktischen Metallurgie
oder
Darstellung der Gewinnung und Verarbeitung der
in den Künsten und Gewerben
nutzbaren Metalle.

Nebst einem Anhang über die Anfertigung
der Eisenbahnschienen.

Für Berg- und Hüttenleute, Künstler und Gewerbtreibende jeder Art, besonders aber für Alle, welche in Metall arbeiten.

Bearbeitet von
D. Carl Hartmann,
herzogl. braunschweigischem Bergcommissär, Mitglied mehrerer gelehrten Gesellschaften.



Erster Theil.
Mit 11 lithographirten Tafeln.

Weimar, 1837.
Druck, Lithographie und Verlag von Bernh. Fried. Voigt.

Neuer

Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben von einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.



Achtzigster Band.

C. Hartmann's Metallurgie, 1. Theil.

Weimar, 1837.

Druck, Lithographie und Verlag von B. F. Voigt.

Uebersicht der ersten 89 Bände vom Schauplatz der Künste und Handwerke.

1r Bd. Eupels Conditor 1 Rthl. — 2r Bd. Thons Kunst, Bücher zu binden 1 Rthl. — 3r Bd. Thons Holzbeizkunst 1 Rthl. — 4r Bd. Kunst des Seifensiedens u. Lichtziehens 16 gGr. — 5r Bd. Stöckels Tischlerkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 6r Bd. Vitalis Färbek. 1 Rthl. 12 gGr. — 7r Bd. Woltersdorfs Bäcker 1 Rthl. 18 gGr. — 8r Bd. Schultze's Goldarbeiter 1 Rthl. 8 gGr. — 9r Bd. Heyders Kleidermacherkunst. 1 Rthl. — 10r Bd. Watins Staffirmaler 1 Rthl. — 11r Bd. Der Schuh- u. Stiefelmacher 18 gGr. — 12r Bd. Thons Fleischerhandwerk 16 gGr. — 13r Bd. Huths Kochkunst 20 gGr. — 14r Bd. Thons Lackirkunst 2 Rthl. — 15r Bd. Thons Drehkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 16r Bd. Der Parfümeur 16 gGr. — 17r Bd. Morgensterns Ledergerberei 18 gGr. — 18r Bd. Thons Gebäudemaler u. Decorateur 1 Rthl. — 19r Bd. Wölfers Treppenbau 8 gGr. — 20r Bd. Servière's Bierbrauerei u. Bierkellereiwirthschaft 12 gGr. — 21r Bd. Riffaults Färberei 16 gGr. — 22r u. 23r Bd. Matthaey's Handb. für Maurer u. Steinhauer. 2 Bde. m. schw. Kpf. 2 Rthl. 18 gGr., m. ill. Kpf. 5 Rthl. — 24r Bd. Schedels Destillirk. u. Likörfabr. 12 gGr. — 25r Bd. Thons Fabrikant bunter Papiere, 1 Rthl. — 26r Bd. Matthaey's Stein- u. Dammsetzer 1 Rthl. 8 gGr. — 27r Bd. Schulze's Bau der Reitsättel u. Kummte. 18 gGr. — 28r Bd. Wölfers Kalk- u. Gypsbrennerei 18 gGr. — 29r Bd. Servière's Cultur rc. d. Weine 18 gGr. — 30r Bd. Auchs Handb. für Landuhrmacher 1 Rthl. 8 gGr. — 31r Bd. Höcks Beschreib. der Nadlerarbeiten 12 gGr. — 32r Bd. Beumenbergers Juwelier 18 gGr. — 33r Bd. Fontenelle's Essig- u. Senfbereitung 20 gGr. — 34r Bd. Schallers Ziegler 1 Rthl. 6 gGr. — 35r Bd. Thons Wachsfabrikant u. Wachszieher 1 Rthl. — 36r Bd. Fontenelle's Oelbereitung u. Oelreinigung 1 Rthl. 6 gGr. — 37r Bd. Wettengels Geigen- u. Bogenmacherkunst 2 Rthl. 12 gGr. — 38r Bd. Pilzeckers Hutmacherkunst 18 gGr. — 39r Bd. Bergmanns Stärke- und Puderfabrikation 18 gGr. — 40r Bd. Peclets Kunst d. Gebäude-, rc. Erleuchtung 1 Rthl. 12 gGr. — 41r Bd. Leischner's Liniirkunst 18 gGr. — 42r Bd. Handb. d. Frisirkunst 12 gGr. — 43r Bd. Peschecks Ganze d. Steindrucks 16 gGr. — 44r Bd. Haumanns Seidenbau. 1 Rthl. — 45r Bd. Der Brunnen-, Röhren-, rc. Meister u. Bleiarbeiter 1 Rthl. — 46r Bd. Stratinghs Bereitung rc. d. Chlors 1 Rthl. 12 gGr. — 47r—49r Bd. Matthaey's Handb. f. Zimmerleute in 3 Bd. 5 Rthl. — 50r Bd. Petri. Handb. d. Schlosserkunst 1 Rthl. — 51r Bd. Matthaey, der Ofenbaumeister 1 Rthl. 6 gGr. — 52r Bd. Matthaey, Kunst des Bildhauers 1 Rthl. 12 gGr. — 53r Bd. Lebrun, Klempner u. Lampenfabrikant 1 Rthl. 4 gGr. — 54r Bd. Thon. Lehrb. d. Kupferstecherkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 55r Bd. Thon, Lehrb. d. Reißkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 56r Bd. Frick, Kunst, weißes Steingut anzufertigen 2 Rthl. — 57r u. 58r Bd. Weinholz, Handb. d. Mühlenbaukunst 2 Bde. 6 Rthl. — 59r Bd. Leischner, Verfert. aller Arten Papparbeiten. 1 Rthl. — 60r Bd. Thon, Meerschaumpfeifenköpfe zu verfertigen. 18 gGr. — 61r Bd. Matthaey, Dachdecker 1 Rthl. 12 gGr. — 62r Bd. Leng's Gewerbskunde 2 Rthl. — 63r Bd. Bürck, Handb. f. Goldarbeiter rc. 2 Rthl. 12 gGr. — 64r Bd. Cyliar, Hdb. f. Riemer u. Sattler 1 Rthl. 6 gGr. — 65r Bd. Lebruns Handb. d. Wagners rc. 3 Rthl. — 66r—71r Bd. Verdam, angewandte Werkzeugswissenschaft u. Mechanik. 1r Th. 1 Rthl. 12 gGr. — 2r Th. 3 Rthl. — 3r Th. 2 Rthl. — 4r Th. 1e—3e Abth. A. u. d. T. Verdam, Dampfmaschinen zu erbauen, 1e—3e Abth. 4 Rthl. 6 gGr. — 72r Bd. Lengs Handb. d. Zuckerfabrik. 2 Rthl. — 73r u. 74r Bd. Lenormands Handb. d. Papierfabrik. 2 Thle. 5 Rthl. — 75r Bd. Schumanns Kunst, Porzellan u. weißes Steingut rc. 1 Rthl. 12 gGr. — 76r Bd. Biot, Anlegung aller Arten v. Eisenbahnen 1 Rthl. 8 gGr. — 77r Bd. Wölfer, Stukkatur- rc. Arbeit. 1 Rthl. — 78r Bd. Sternheims Gnomonik 1 Rthl. 12 gGr. — 79r Bd. Lenas Glasfabrik. 2 Rthlr. 16 gGr. — 80r u. 81r Bd. Hartmanns prakt. Metallurgie. — 82r Bd. Siddons engl. Rathgeber 1 Rthl. 18 gGr. — 83r Bd. Greeners Gewehrfabrik. 1 Rthl. 8 gGr. — 84r Bd. Lengs Handschuhfabrikant 1 Rthl. — 85r Bd. Landrins Kunst des Messerschmieds. 1 Rthl. 16 gGr. — 86r Bd. Röslings Beinschwarzfabrikation. 2 Rthl. — 87r Bd. Thons Staffirmalerei u. Vergoldungskunst. 1 Rthl. 6 gGr. — 88r Bd. Bastenaire-Daudenarts Töpfer. 1 Rthl. 6 gGr. — 89r Bd. Thon's Klavier-, Saiten-Instrumente. 18 gGr. —

Vorrede.

Von dem Verleger des „neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke", meinem lieben und verehrten Freunde, aufgefordert, habe ich die Bearbeitung auch des vorliegenden Theils übernommen, daher das Buch aus diesem besondern Gesichtspunkt seiner eigentlichen, auf dem Titel näher bezeichneten Bestimmung, betrachtet und beurtheilt werden muß. Das Theoretische ist aus diesem Grund nur ganz kurz, dagegen aber nicht allein die Gewinnung, sondern auch die weitere, fabrikartige Benutzung und Bearbeitung der in den Künsten und Gewerben anwendbaren Metalle abgehandelt worden. Dennoch wird auch kein Hüttenmann das Werk unbefriedigt aus der Hand legen, da ich mich bemüht habe, eine im Verhältniß zu dem nothwendig beschränkten Raum möglichst vollständige Uebersicht aller metallurgischen Processe zu geben, wobei der so wichtige Betrieb mit erhitzter Luft hauptsächlich berücksichtigt worden ist. — Die in neuester Zeit so besonders wichtig gewordene Anfertigung der Eisenbahnschienen ist in einem Anhang abgehandelt worden und dort findet man auch einige neuere wichtige Erfahrungen aufgeführt, die erst seit dem Druck des Werks, der wegen meines Umzugs von Blankenburg hierher einige Monate unterbrochen werden mußte, bekannt geworden sind.

Von den benutzten Quellen erwähne ich besonders:

Schubarth's technische Chemie, 2te Aufl. 3 Bde. Berlin, 1835. Das erste Werk, in welchem die Metallurgie aus dem Gesichtspunkt der allgem. Technik vorgetragen worden ist.

Karsten's System der Metallurgie. 5 Bde. Ebend. 1831 und 32.

Dessen Handbuch der Eisenhüttenkunde. 2te Aufl. 4 Bde. Ebend. 1827 und 28.

Werke, deren klassische Vorzüglichkeit allgemein anerkannt ist, die aber ihrer Vollständigkeit und dadurch bedingten Theuerung wegen ein gedrängteres, leicht verständliches Werk um so unentbehrlicher machen. — Wenn ich die obigen und manche andere benutzte Werke nicht überall speciell angegeben habe, so geschah dies nur, weil das vorliegende Buch, dessen Hauptzweck Gedrängtheit ist, solche literarischen Nachweisungen nicht gestattete; als Ungerechtigkeit gegen fremdes Verdienst, welches ich so gern anerkenne, darf mir dies aber nicht angesehen werden.

Braunschweig im Juli 1836.

C. Hartmann.

Inhaltsverzeichniß.

Erstes Kapitel. Vom Eisen.

Zweites Kapitel. Vom Zink.

Einleitung.

Die **Metallurgie** im engern Sinne ist die Lehre von der Darstellung der Metalle aus den Erzen, oder aus ihren in der Natur vorkommenden Verbindungen; im weitern Sinne rechnet man aber auch die weitere Verarbeitung der Metalle, indem dazu größere Vorrichtungen erforderlich sind, dahin. Die Vorrichtungen zur Verarbeitung der Erze und der aus denselben ausgebrachten Metalle, befinden sich gewöhnlich in Gebäuden, welche zu jenem Zwecke besonders bestimmt sind und die man **Hütten** nennt, wodurch die Benennung **Hüttenkunde** für Metallurgie entstanden ist. — Die Metallurgie entlehnt die Grundsätze, nach denen die Ausscheidung der Metalle aus den Erzen erfolgt, aus der Chemie, d. h. aus der Lehre von der Verbindung der Körper, allein diese Grundsätze hat man ungleich später kennen gelernt, als deren Anwendung, welches auch dem Gange gemäß ist, welchen die fortschreitende Kenntniß von der Natur und dem Wesen der Dinge überhaupt genommen hat. Die Metallurgie soll daher auch zugleich die aus den bekannten Eigenschaften der Körper hergeleiteten Grundsätze vortragen, nach welchen die

Zweckmäßiigkeit jener Vorrichtungen und Verfahrungsarten zu beurtheilen ist.

Da wir aber die Eigenschaften der Körper, d. h. ihr Verhalten zu andern Körpern durchaus nicht vollständig kennen, so werden wir auch unsere Ansichten über die Grundsätze des Verfahrens bei der Darstellung der Metalle aus den Erzen, und über die Zweckmäßigkeit der Vorrichtungen zur Ausübung jener Grundsätze in demselben Verhältniß berichtigen und verändern müssen, als wir neue Eigenschaften der Körper kennen lernen. Es ergibt sich daraus eine nothwendige, wechselseitige Abhängigkeit der Theorie von der Praxis, und der innige Zusammenhang beider, indem jede neue Beobachtung eine Erweiterung und Berichtigung der Theorie zur Folge hat, und eine erweiterte oder berichtigte Kenntniß von den Eigenschaften der Körper, nothwendig wieder auf die Maßregeln zurückwirkt, welche der praktische Metallurg zur Erreichung seines Zweckes zu ergreifen hat.

Unter Metall versteht man eine gewisse Klasse von Körpern, deren Charakterisirung schwierig ist. Im Allgemeinen versteht man darunter brennbare, undurchsichtige Körper, welche die Wärme und die Elektricität leiten und durch Poliren einen eigenthümlichen, den sogenannten metallischen Glanz annehmen. In dieser Erklärung liegt jedoch sehr viel Willkührliches, und sie ist, eben wegen dieser künstlichen Eintheilung der Körper, weniger dazu geeignet, einen streng wissenschaftlichen Begriff von Metall zu geben, als die Uebersicht zu erleichtern. Nimmt man auf das chemische Verhalten der Körper Rücksicht, so ist es fast noch schwieriger, eine Erklärung von Metall zu geben, weil die Verbindungen der Metalle mit andern Körpern häufig von der Art sind, daß sich kein wissenschaftlicher Unterschied zwischen diesen Verbindungen, und den Verbindungen anderer, nicht

metallischer Körper mit jenen Körpern begründen. Daher kommt es, daß verschiedene Körper von einigen Chemikern für Metalle, von andern für nicht metallische Substanzen angesehen werden. Eine strenge wissenschaftliche Trennung der Metalle von andern Körpern scheint daher, bei dem jetzigen Umfange unserer Kenntnisse von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Körper noch nicht möglich zu sein.

Für den Metallurgen scheint übrigens der oben aufgestellte Begriff von Metall doch vollkommen zureichend zu sein, besonders weil unter den vielen, bis jetzt bekannt gewordenen Metallen nur die geringste Zahl derselben ein Gegenstand der Darstellung im Großen geworden ist. Die Metalle aus den sogenannten Alkalien und Erden werden schwerlich jemals hüttenmännisch dargestellt werden und andere Metalle bietet die Natur nur in so geringer Menge dar, daß ihre Gewinnung im Großen unzulässig ist, wenn ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften auch eine Benutzung bei den bürgerlichen Gewerben wünschenswerth machen sollten.

Von den folgenden bis jetzt bekannten Metallen sind nur die mit gesperrter Schrift gedruckten Gegenstand der Gewinnung im Großen oder der metallurgischen Bearbeitung ihrer Erze: 1) Kalium, 2) Natrium, 3) Lithium, 4) Barium, 5) Strontium, 6) Calcium, 7) Magnesium, 8) Aluminium, 9) Beryllium, 10) Yttrium, 11) Zirconium, 12) Thoriium, 13) Cerium, 14) Mangan, 15) Eisen, 16) Nickel, 17) Kobalt, 18) Zink, 19) Cadmium, 20) Blei, 21) Zinn, 22) Wismuth, 23) Uran, 24) Kupfer, 25) Quecksilber, 26) Silber, 27) Palladium, 28) Rhadium, 29) Iridium, 30) Platina, 31) Osmium, 32) Gold, 33) Titan, 34) Tantal, 35) Vanadium, 36) Wolfram, 37) Mo-

lybdän, 38) Chrom, 39) Tellur, 40) Antimon, 41) Arsenik.

Wir nennen die Metalle einfache Körper, weil es bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Bestandtheile aufzufinden, aus welchen sie vielleicht zusammengesetzt sein könnten.

Die Metalle kommen in der Natur auf sehr verschiedene Weise vor. Nur wenige Metalle finden sich in einem reinen und metallischen Zustande, sei es für sich allein, oder in Verbindung mit einem andern Metall. Die mehrsten Metalle sind entweder mit Sauerstoff, oder mit Schwefel verbunden; auch trifft man sie, wenn gleich seltener, in Vereinigung mit andern Körpern. Alle diese natürlichen Verbindungen der Metalle von andern Körpern, welche durch den metallurgischen Prozeß von ihnen abgeschieden werden müssen, um das Metall rein darzustellen, nennen wir Erze. Diese werden nur höchst selten rein angetroffen, gewöhnlich sind sie mit Bergarten gemengt. Auch kommen die Erze von mehren Metallen zuweilen im Gemenge mit einander vor. Diese mechanischen Beimengungen würden die Benutzung des Erzes häufig so erschweren, daß sie gar nicht mit Vortheil statt finden könnte. Man ist daher genöthigt, die mechanischen Beimengungen durch zweckmäßige Operationen auf eine mechanische Weise von dem Erze abzusondern. Man nennt diese mechanische Absonderung der den Erzen beigemengten fremdartigen Körper, die Erzaufbereitung. Sie macht einen wesentlichen Theil der Metallurgie aus, kann aber hier nur ganz kurz erwähnt werden. — Das Aushalten oder das erste Trennen von der Gebirgsart geschieht sowohl in den Gruben als über Tage (Hausscheidung). Man unterscheidet Stufferze, derbe Erze, welche nicht weiter zerkleinert werden und zur Hütte gehen, und Pocherze, eingesprengte Erze, welche durch an-

derweitige Zerkleinerung, Wäsche u. s. w. in den Pochwerken aufbereitet werden. Dieselben sind mit Stempeln oder Quetschwalzen versehen; erstere zerpochen das Erz entweder trocken oder naß, bei stetem Zu- und Abfluß von Wasser, welches die zerkleinerten Erztheile, welche durch ein aus Eisendraht geflochtenes Sieb durchgehen, mit sich in große Sümpfe fortnimmt, wodurch eine vorläufige Trennung der schweren Erztheile von den leichten Gesteintheilen bewirkt wird. Aus diesen wird das Pochmehl von Zeit zu Zeit ausgeschlagen und durch die folgenden Wascharbeiten weiter aufbereitet. Diese geschehen durch Siebe, welche in Fässern voll Wasser auf und ab bewegt werden, in denen man das Erz von der Gebirgsart einfach scheidet (Setzarbeit), oder mittelst Schlämmgraben, Stoßheerden, Plan- und Kehrheerden; letztere sind schiefe Ebenen, theils von Holz, theils von Segeltuch gebildet, wie die Planheerde, theils beweglich, wie die Stoßheerde, theils unbeweglich, wie die Kehrheerde. Auf diesen wird durch einen dünnen Wasserstrahl das Pochmehl verarbeitet, theils durch die beweglichen Stoßheerde, ohne daß besondere Handarbeit statt findet, indem das Leichtere mit dem Wasser abfließt, das Schwerere aber auf dem Heerde liegen bleibt; theils auf den Kehrheerden, indem mit Reißbesen das Pochmehl mit dem Wasser gewaschen wird. Das Produkt dieser Operation heißt Schliech, wenn es fein, Graupen, wenn es mindestens die Größe einer Erbse besitzt; erstere werden wieder verschieden benannt. — Zu gewissen Zwecken werden die Erze nach dem Pochen noch gesiebt und gemahlen. (Siehe Karstens Metallurgie, Bd. II. S. 1 — 380.)

Die rohen Erze und Schlieche werden nun von dem Hüttenmann übernommen, und meist vor dem Schmelzen einer Vorarbeit unterworfen, welche man

Rösten nennt. Durch diesen Prozeß wird nur in seltnen Fällen eine mechanische Auflockerung bezweckt, in den mehrsten ist der Zweck Verflüchtigung einiger Bestandtheile der Erze, als Wasser, Kohlensäure, Schwefel, Arsenik rc., wozu bald Zutritt der Luft, bald nicht erfordert wird. Sollen Erze von Schwefel befreit werden, so geschieht dies entweder in freien Haufen, oder in sogenannten Roststätten, Stadeln, auf von 3 Seiten mit Mauerwerk eingeschlossenen Plätzen, oder in eigenen Oefen. Die Rösthaufen werden theils ohne Dach, theils unter Bedachung über einer Unterlage von Brennmaterial, Holzkohlen, Holz rc. aufgestürzt, von unten anzündet, wobei die schwefelreichen, oder bituminösen Erze (Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz, Kupferschiefer) selbst sich entzünden und fortbrennen. Der Rost muß mehre Male gewendet werden, d. h. es müssen mehre Röstungen hinter einander folgen. Das Rösten in Oefen ist besonders zur Auflockerung, Zertheilung, Verflüchtigung von Wasser und Kohlensäure sehr ökonomisch; Die Oefen sind niedrige Schachtöfen, wie die Kalkbrennöfen; will man aber dadurch Substanzen verflüchtigen, welche gleichzeitige Einwirkung von Luft und Hitze erfordern, so sind dazu Flammenöfen erforderlich. In diesen Oefen kann, unabhängig von Wind und Wetter, der Röstprozeß gleichmäßig und vollkommen betrieben werden, es sind aber hierzu nur Schlieche anwendbar, dafür wird aber auch eine vollkommene Röstung erreicht. Die wichtigsten Röstungsarten werden bei den einzelnen Metallen beschrieben werden. Karsten l. c. III. S. 427 — 489.

Nun folgt das Zugutemachen. Durch dasselbe muß das Metall nicht allein von seinen Verbindungen im Erze, sondern auch von der Bergart geschieden werden, welche sich durch mechanische Mittel nicht trennen ließ. Manchmal überwiegt letztere bedeutend,

wie beim Kupferschiefer, wodurch das Zugutemachen vertheuert wird. Es müssen von den Metallen die mit ihnen verbundenen Erden, Sauerstoff, Schwefel 2c. getrennt werden; erstere werden sowohl unter sich als mit leicht schmelzbaren Metalloryden verschlacken, welchen Schlackenbildungsprozeß der Hüttenmann nach Regeln leiten muß, sowohl durch zweckmäßige Gattirung der Erze, als durch Zusatz von Flüssen, wie Flußspath, Quarz, Kalkstein, Mergel, Schlacken 2c. Je dickflüssiger die Schlacken, desto mehr Metall wird verloren, indem dann in die Schlacken nicht allein ein bedeutender Antheil des zu reducirenden Metalloxydes eingeht, was durch größere Hitze und gehörige Flüsse vermieden wird, sondern auch die reducirten Metallkörner sich nicht wegen der Zähigkeit der Schlakken gehörig vereinigen und unter diese senken können, sondern in ihnen zerstreut bleiben. Zu dünnflüßige Schlacken dagegen umhüllen die reducirten Metallkörner nicht gehörg, weshalb dieselben von der Gebläseluft nicht oxydirt werden, und nehmen auch bedeutend viel von den Metalloxyden auf, welche reducirt werden sollen. Schlacken, in denen Metallkörner zerstreut sind, werden gepocht und gewaschen, um jene zu gewinnen (z. B. Wäscheisen). Von den Flüssen unterscheiden sich die Zuschläge, welche man hinzufügt, um das Metall von den im Erze vorhandenen mit ihm verbundenen Substanzen zu scheiden, wie Kohlen, um den Sauerstoff zu entfernen, Eisen, um Schwefel vom Blei zu scheiden 2c. und das Metall in sich aufzunehmen. Ueberhaupt erfolgt die Scheidung nach Maßgabe der verschiedenen Eigenschaften der Metalle bald durch Verflüchtigung (Arsenik), durch bloße Schmelzung (Wismuth, Gold, Silber), durch Oxydation (arsenige Säure), durch Desoxydation (Eisen, Blei, Zink, Zinn), auch durch auf einander

folgende Oxydation und Desoxydation (Blei, Kupfer), endlich auch durch den Zusatz eines dritten Körpers.

Die Resultate der Schmelzung sind meist Schlakken, Stein, Metall (Bleiglanz, Fahlerze), mitunter blos Schlacke und Stein (Kupferschiefer), Schlacke und Metall (Eisenerz, Kupfer- und Bleiglättfrischen). Stein nennt man Schwefelmetalle, Producte aus den gerösteten Erzen durch die reducirende Wirkung der Kohlen im Ofen; ist dagegen Arsenik mit im Spiel, so entstehen Arsenikmetalle als Halb- oder Zwischenproducte, welche man Speise nennt (Kobaltspeise bei der Schmaltefabrikation, — Arseniknickel). Stein und Speise unterliegen einer neuen Verarbeitung. Schlacken sind kieselsaure Erdensalze und Metalloxyde.

Die Oefen, deren man sich bedient, sind: 1) Schachtöfen, 2) Flammöfen, 3) Gefäßöfen. Die ersten sind so construirt, daß durch Mauerwerk ein senkrechter, hohler Raum, Schacht, von verschiedener Form, Höhe und Weite gebildet wird, in welchem die Erze mit dem Brennmaterial (Holzkohle, Koaks) unmittelbar umgeben sind *). — Gebläsemaschinen (von denen weiter unten geredet werden wird) führen verdichtete Luft in den mit Brennmaterial und Erz schichtenweis erfüllten Ofen. Die obere Oeffnung zum Eintragen der zu schmelzenden Massen nennt man die Gicht, die zweite, durch welche in einer gewissen Höhe über der Grundfläche

*) Die Kenntniß der Brennmaterialien ist sowohl für den Hüttenmann, als überhaupt für jeden Metalle verarbeitenden Techniker von größter Wichtigkeit und daher ein wesentlicher Theil der Metallurgie. Es wird jedoch dies der Gegenstand eines, ebenfalls von mir zu bearbeitenden, besondern Bandes von dem Schauplatz der Künste und Handwerke sein, in welchem von dem Holz, Torf und den Steinkohlen und ihrer Verkohlung, ferner von ihrer Anwendung, Wirksamkeit 2c. gehandelt werden soll.

des Ofens die Luft eindringt, die Formöffnung, die dritte, durch welche das geschmolzene Metall abgelassen werden kann, die Stichöffnung, den Stich; er ist immer auf dem tiefsten Punkt des Heerdes oder der Grundfläche des Schachtofens. Häufig wird in dem Heerd noch eine Vertiefung angebracht, Tiegel, Sumpf genannt, in welchem sich das geschmolzene Metall sammeln kann. Der Raum, in welchem das Metall zu fließen beginnt, oder der Schmelzraum ist zwischen der Heerdsohle und der Formhöhle; dieser Theil des Ofenschachts leidet natürlich am meisten von der Hitze. Je nachdem man den Heerd und die Vorwand verschieden construirt, entstehen mancherlei Abweichungen, welche man mit verschiedenen Namen belegt. Liegt z. B. der Heerd ganz unter dem Schacht, so daß die geschmolzene Masse während der Arbeit nicht abfließen kann, so heißt diese Art der Construction das Schmelzen mit geschlossener Brust; liegt aber der Heerd theils unter dem Schacht, theils vor der Vorwand und stehen beide Theile des Heerdes durch eine Oeffnung in der Vorwand mit einander in Verbindung, so heißt dies das Schmelzen mit offner Brust, über dem Tiegel oder Sumpf, mit einem Vorheerd. Vor dem Ofenheerd liegt gewöhnlich noch ein Stichheerd, in welchem beim Abstechen des Heerds die Masse gelassen wird. Liegt endlich der Heerd zwar unter dem Ofenschacht, aber der Tiegel, oder der tiefste Punkt desselben ganz vor der Vorderwand, so daß die geschmolzene Masse während der Arbeit durch eine Oeffnuug ununterbrochen aus dem Heerd in den Tiegel fließen kann, so nennt man diese Einrichtung das Schmelzen über oder durch das Auge; sehr häufig hat ein so construirter Schachtofen 2 Augen und 2 Tiegel, von denen abwechselnd eins offen und eins geschlossen ist.

Man benennt endlich auch die Schachtöfen nach der Höhe des Schachts: man unterscheidet Krummöfen, wo der Schacht nicht über 5 Fuß hoch ist, Halbhohöfen, nicht über 12 — 14, Hohöfen über 14 — 50 und mehr Fuß Höhe. — An die Schachtöfen reihen sich noch Oefen an, welche zwar keinen eigentlichen Schacht, d. h. keinen Kanal über der Formöffnung haben, aber wohl einen Schmelzraum, in welchem der zu behandelnde Körper mit dem Brennmaterial in Berührung kommt; man nennt dieselben Heerde, auch Feuer; z. B. Frischheerd oder Frischfeuer.

Die Flammöfen sind so construirt, daß die Erze mit dem Brennmaterial nicht in unmittelbare Berührung kommen, sondern blos der Flamme desselben ausgesetzt werden. Der Flammofen enthält daher zwei völlig abgesonderte Räume, einen, in welchem das Brennmaterial verbrennt, den Feuerraum, und zweitens den Schmelz- oder Glühraum, Heerd. Hier muß in der Regel rohes, d. h. nicht verkohltes Brennmaterial angewendet werden, welches mit Flammen brennt; die zum Verbrennen nöthige Luft wird gewöhnlich durch natürlichen Luftzug ohne Gebläse beschafft, weshalb im Feuerraum ein Rost liegen muß, unter welchem ein Aschenfall befindlich ist. Feuerraum und Heerd werden oben mittelst eines Gewölbes mit einander verbunden, damit sich die Flamme aus dem ersten in den zweiten begeben könne. Eine eigne Oeffnung, die Einsatzöffnung dient dazu, das zu Schmelzende oder zu Röstende auf den Heerd einzutragen, sie wird beim Gang des Ofens mit einer Thür oder einem Schieber verschlossen und befindet sich auf der einen Seite oder im Gewölbe des Heerdraums. Auch ist wohl in besondern Fällen, wie bei den Flammöfen zum Schmelzen des Roheisens, eine eigne Stichöffnung durch die eine Seiten-

mauer des Heerdes zum Ablassen der geschmolzenen Masse angebracht. Endlich führt eine andere Oeffnung, der Fuchs, den Flammenstrom aus dem Heerdraum nach dem Schornstein oder der Esse, welche eine Höhe von 24 — 100 und noch mehr Fuß hat. Zuweilen entweicht die Flamme durch die Einsatzöffnung, welche dann dem Rost gegenüber liegt und eine Esse ist dann nicht vorhanden. Der Feuerraum liegt tiefer als der Heerdraum, damit nur die Flamme über den Heerd streiche; auch leitet man die Flamme und den Luftstrom am Gewölbe hin, so daß sie die Heerdsohle nicht berühren. Deshalb ist eine Brücke, eine senkrechte Mauer zwischen dem Feuer- und Heerdraum aufgeführt, welche bewirkt, daß die Flamme aufsteigen muß, und nicht unmittelbar die Heerdsohle trifft. Nach Verschiedenheit der Erze und des zu erzielenden Effects des Brennmaterials ist die Construction der einzelnen Räume, des Gewölbes, der Esse verschieden.

Gefäßöfen endlich sind solche, in denen eigene, aus feuerfestem Thon gefertigte Gefäße von verschiedener Gestalt, als Tiegel, Muffeln, Retorten, Röhren, sowohl durch glühende Kohlen, als auch durch die Flamme des Brennmaterials erhitzt werden. Es gehören hieher Messing-, Gußstahlöfen, Oefen zum Tiegelguß für Roheisen, zur Sublimation des weißen, gelben, rothen Arsenikglases. Bei den Muffel- Retortenöfen ist die Construction ganz so, wie bei den Flammöfen, die Gefäße, welche entweder auf dem Heerd aufgestellt, oder über dem Feuerraum angebracht sind, werden von der Flamme umspielt, welche dann durch Oeffnungen im Gewölbe des Schmelzraums entweicht. Hieher gehören auch die Stahlcementiröfen, Zinköfen, Wismuthseigeröfen.

Weil die hüttenmännischen Processe stets mit ökonomischen Rücksichten geführt werden müssen, so kön-

nen zur Darstellung des Metalles aus den Erzen nur solche Mittel angewendet werden, welche in der Ausübung noch einen Gewinn versprechen, und durch welche bedeutende Quantitäten Erz in kurzer Zeit zugutgemacht werden können. Nicht in allen Fällen ist mit der Anwendung dieser Mittel das möglichst reinste und vollkommenste Ausbringen verbunden, sondern man ist oft genöthigt, reiche Abgänge zurückzulassen, weil die Kosten der reinen Abscheidung größer sein würden, als der Werth des ausgebrachten Metalles. Dennoch ist die hüttenmännische Operation, bei welcher ein bedeutender Theil des Gehaltes des Erzes verloren geht, jederzeit fehlerhaft. Wieviel verloren geht, davon muß sich der Hüttenmann genau überzeugen und den Gehalt seiner Erze kennen. Dieß geschieht durch Untersuchung des Gehalts der kleinen Probe, wobei es erlaubt ist, kostbare Mittel zur Abscheidung anzuwenden, wenn nur die möglichst vollkommene Trennung des Metalles aus dem Erze dadurch erreicht werden kann. Man nennt die Kunst, den Metallgehalt der Erze im Kleinen vollständig auszumitteln, und dabei zugleich die nähern Verhältnisse kennen zu lernen, unter welchen das Metall in dem Erz vorkommt, um diesem gemäß das Verfahren bei der Verarbeitung des Erzes im Großen einzurichten, die Probirkunst. Sie ist freilich ein wesentlicher Theil der Metallurgie, allein es würde zu weit führen, sie hier abzuhandeln, weshalb wir auf Berthier's Handbuch der Probirkunst, deutsch bearbeitet von C. Hartmann (Nürnberg 1834) verweisen müssen, um so mehr, da eine kurze Angabe der wichtigsten Regeln der Kunst nichts helfen würde.

Die zum Betrieb der Schachtöfen, Heerde 2c. erforderliche Luft wird durch Gebläse beschafft, Vorrichtungen, welche Luft schöpfen, verdichten und ausströmen machen. Die von ihnen zusammengedrückte

Luft wird durch Röhren, die sogenannten Düsen oder Deupen in die Form geleitet. Die Formen bestehen entweder aus Kupfer oder aus Gußeisen, sie sind unten platt, oben zugerundet, vorn zugespitzt (der Rüssel); durch die Oeffnung in demselben, das Auge, strömt die Luft in den Schmelzraum.

Man unterscheidet folgende Arten von Gebläsen.

1) Die ledernen Bälge kommen bei dem Hüttenwesen nur selten in Anwendung und man findet sie nur noch in den Laboratorien und da, wo bei kleinen Feuern und Oefen weniger und wenig gepreßter Wind erforderlich ist. Jedoch müssen wir die Construction dieser sehr mannigfach eingerichteten ledernen Bälge hier als bekannt voraussetzen und darüber weggehen.

Die hölzernen Bälge sind zwar sehr unvollkommene Gebläsemaschinen, jedoch beim Hüttenwesen wegen ihrer Wohlfeilheit noch so allgemein in Anwendung, daß wir sie hier nicht übergehen dürfen. — Fig. 1 und 2, Taf. 1 zeigt die bessere Einrichtung der Bälge, Fig. 1 im Längendurchschnitt und Fig. 2 im Grundriß. A ist der Unter-, B der Oberkasten. Oben und an beiden Seiten wird letzterer von geraden Flächen eingeschlossen; die hinterste Fläche dagegen muß bogenförmig gekrümmt sein und zwar nach Maßgabe des Halbmessers, welcher durch die Entfernung der äußersten hintern Kante des Unterkastens von dem Drehpunkt bestimmt wird. Der Mechanismus bei dem Gebläse besteht darin, daß sich der pyramidale oder keilförmige Oberkasten um den Unterkasten auf- und niederbewegt und dadurch einen Raum von veränderlicher Größe abgränzt, welcher bei der höchsten Erhebung des Oberkastens mit Luft angefüllt ist, die beim Niederdrücken desselben Kastens aus einer Oeffnung ausgepreßt wird. Diese Oeffnung befindet sich am vordern Theil des Unter-

kastens oder in dem sogenannten Balgkopf und steht ganz unmittelbar mit der Düse in Verbindung. In dem Unterkasten ist auch die Ventilöffnung a mit dem Ventil zum Eintreten der atmosphärischen Luft angebracht. Gewöhnlich besteht das Ventil aus einer leichten hölzernen Klappe, deren untere Fläche mit Schaffell überzogen und so eingerichtet ist, daß sie sich nicht überschlägt. Beide Kasten bestehen aus völlig trocknen, zweizölligen Bohlen, die genau mit einander verbunden sind. Der Oberkasten ist durch eine eiserne Walze mit dem Unterkasten verbunden. Diese Walze ruht in einem rinnenartigen Einschnitt, der sich im Balgkopf befindet, und ist mit zwei Hängeeisen d versehen, die unter dem Balge mit einem hölzernen Keile befestigt werden. Die vordere Fläche des Oberkastens besteht in einem niedrigen Brett, dem Stirnbrett p, welches sich in einem Falz oder in einer Nuth, die im Balgkopf angebracht ist, bewegt. — Der Unterkasten kann keine ebene Fläche, sondern er muß einen wirklichen Kasten bilden, in welchen das Ventil und die Vorrichtungen zum Verdichten der Kanten des Unterkastens gegen die Wände des Oberkastens angebracht sind. Diese Vorrichtungen bestehen in beweglichen hölzernen Leisten, welche durch Stahlfedern ununterbrochen gegen die Wände des Oberkastens gedrückt, um dem Winde jeden andern Austritt als aus der Düse möglichst zu versperren (Fig. 2). Da der Oberkasten nicht ganz gegen den Unterkasten gedrückt werden kann, so bleibt immer ein großer, mit verdichteter Luft angefüllter Raum übrig, welcher sehr nachtheilig auf den Effect der Bälge einwirkt. — Weil der Balg nur beim Niedergehen des Oberkastens Wind ausströmt, beim Aufgehen desselben aber atmosphärische Luft einsaugt, so muß man wenigstens zwei Bälge anwenden, um einen ununterbrochenen Luftstrom hervorzubringen. Häufig

sind 3 und mehrere Bälge verbunden und blasen in einen gemeinschaftlichen Sammelkasten aus, weshalb jeder Balg am Kopfe mit einem leichten Ventil versehen sein muß, damit die verdichtete Luft nicht wieder zurücktreten kann. Der Sammelkasten steht dann mit der Düse in Verbindung.

Die Bälge stehen auf einem festen Gerüst und der Oberkasten wird durch Wellfüße oder Kämme, oder durch irgend eine andere Vorrichtung niedergedrückt und durch Gegengewicht wieder gehoben.

Eine Abänderung der gewöhnlichen Balgengebläse sind die in Schweden üblichen Widholmsgebläse. Der keilförmige Oberkasten liegt fest und in ihm macht der aus einer Fläche bestehende Unterkasten eine drehende Bewegung.

3) Die hölzernen Kastengebläse sind in Fig. 3 in einem länglichen Längedurchschnitt dargestellt; Fig. 4 ist ein Grundriß des Kolbens. In dem Kasten bewegt sich der Kolben auf und nieder. Beim Niedergehen saugen die im Kolben befindlichen Eingangsventile i die atmosphärische Luft ein, beim Aufgange schließen sie sich, es öffnet sich dagegen das Ausgangsventil L und die verdichtete Luft wird ausgepreßt. Die hölzernen Ventilklappen sind größer als die Ventilöffnungen, auf Fahlleder angeleimt und werden mittelst dieses an der einen Seite auf den Kolben aufgenagelt. Soweit der Anschlag reicht, wird dünner Schafpelz auf den Kolben geleimt. Die Verdichtung oder Liederung des Kolbens geschieht durch die aus Rothbuchenholz bestehenden Leisten x (Fig. 4), welche durch die Kröpfe oder Windleistenhacken y in senkrechter Richtung festgehalten werden, so wie die einzelnen Stücken, aus denen die Leisten bestehen, durch die Klammern l zusammengehalten und durch die Federn m und z gegen die Wände des Kastens gedrückt werden. Der Kasten K Fig. 3 besteht aus

2zölligen kiefernen oder fichtenen Bohlen, die in der Mitte durchschnitten, umgekehrt (so daß die Fasern nach entgegengesetzten Richtungen laufen) und wieder zusammen geleimt werden, wodurch man das Werfen und Ziehen der Bohlen verhindert. Auf die innern Seitenflächen des Kastens wird, noch ehe man denselben zusammensetzt, ein Futter von Espen-, Linden-, oder auch Erlenholz aufgeleimt. Zu dem äußern Kasten wird das Holz nach der Quere, zu dem Futter nach der Länge genommen. I sind eingeschobene Leisten, auf denen die Kasten in ihren Gerüsten stehen. Das Ausgangsventil L ist mit einem Windsammelkasten bedeckt, der mehrern Kasten gemeinschaftlich ist und mit der Windleitung in Verbindung steht. Die Ausgangsventile sind wie die Einlaßventile construirt.

Man kann die Gebläsekasten mit ihrem Boden oder Deckel nach unten oder oben gekehrt aufstellen. Im ersten Fall wird die Luft im Niedergehen, im letzten Fall beim Aufsteigen des Kolbens ausgepreßt; erstere nennt man stehende, letztere hängende Gebläse; sie sind die gewöhnlichern. Auch gibt es sogar doppelte Kastengebläse, die beim Auf- und Niedergange des Kolbens Luft einsaugen und auspressen. — Man verbindet immer mehrere Kasten miteinander um einen gleichförmigen Luftstrom zu erhalten.

Der Kolben muß eine ganz senkrechte Bewegung erhalten; es geschieht dieß durch Wellfüße, Zahnstangen oder Krummzapfen auf eine sehr mannichfache Weise. — Zwar haben die Kastengebläse einen großen Vorzug vor den Bälgen, jedoch findet immer noch Windverlust bei denselben statt. Weit vollkommener — überhaupt unstretig die besten Gebläse, wenn man nicht zu schwache Betriebskräfte hat — sind:

4) Die eisernen Cylindergebläse. Bei ihnen findet der geringste Windverlust statt, auch sind sie am dauerhaftesten. Die cylinderische Gestalt wählt man deshalb, weil sich die Cylinder am genauesten darstellen lassen und weil sie das vollkommenste Anschließen der Kolben an die Wände des Cylinders gestatten. — Der Mechanismus der einfachen Cylindergebläse ist gänzlich so wie der der Kastengebläse; allein die einfachen Cylindergebläse sind nur noch wenig im Gebrauch, indem man zur Vereinfachung der Maschinerie, zur Verkleinerung der Cylinder und zur bessern Benutzung der bewegenden Kraft fast allgemein die doppelt wirkenden Cylinder anwendet. Bei diesen Gebläsen wird sowohl beim Aufsteigen als beim Niedergehen der Kolben Wind ausgepreßt, indem, während der Raum über oder unter dem Kolben durch den aufsteigenden oder niedergehenden Kolben von der vorher aufgefangenen Luft entleert wird, der Raum unter oder über dem Kolben sich gleichzeitig wieder mit atmosphärischer Luft anfüllen muß.

Fig. 5, Taf I. zeigt im Allgemeinen die Construction eines Doppelcylindergebläses und stellt den Moment dar, in welchem der Kolben seine niedergehende Bewegung bald vollendet hat. Die Ventile liegen in den Hälsen, mit welchen der Deckel und der Boden des Cylinders versehen sind. Der Cylinder ist ein für sich bestehendes und von allen übrigen Theilen des Gebläses ganz unabhängiges Stück. Er hat daher Kränze, in denen sich Schraubenlöcher befinden, um den Boden und Deckel befestigen zu können, indem die in letztern vorhandenen Schraubenlöcher mit denen in den Kränzen correspondiren. Um das Entweichen der Luft aus den Zwischenräumen zwischen den Kränzen und dem Boden und Deckel zu verhindern, legt man einen schwachen Ring von Blei oder Pappe, oder auch Hanf dazwischen und zieht nun

die Schrauben fest an, damit alle Zwischenräume auf den Berührungsflächen verstopft werden. Der Cylinder muß durchaus concentrisch und ganz glatt ausgebohrt und ganz genau senkrecht aufgestellt sein; der Kolben muß einen abgedrehten Rand haben und etwas kleiner, als der innere Durchmesser des Cylinders sein. i i sind die Ventile zum Einlassen und m m die zum Auslassen der verdichteten Luft über und unter dem Kolben; w w sind die Windkasten und r r die Windleitungsröhren; x ist die Stopfbüchse in dem Deckel des Cylinders und z eine Ventilöffnung zur Aufnahme des hervorstehenden Endes der Kolbenstange, damit der Kolben bis auf den Boden des Cylinders niedergehen kann. a ist der Kolben mit aufrecht stehendem Rande, b die in einer Hülse mittelst eines Keiles befestigte Kolbenstange, c d die Liederung und e der Deckel. Von der Liederung der Stopfbüchse und den Ventilen müssen wir noch näher reden, da sie die wichtigsten Theile der Cylindergebläse sind.

Ein sehr gewöhnliches Verfahren bei der Kolbenliederung geht aus Fig. 10 Taf. I., welche ein Stück des Kolbens darstellt, hervor. x ist der aufstehende Rand des Kolbens, durch welchen ein ringförmiger Raum zwischen diesem Rande und der innern Cylinderfläche gebildet wird, der zur Aufnahme der Liederung bestimmt ist. a a sind ringförmige Scheiben von Holz, durch welche die in der Mitte der Kolbenhöhe möglichst nahe zusammenstoßenden Lederscheiben b b festgehalten werden. Der Zwischenraum zwischen der hölzernen Scheibe a und der Lederscheibe b ist mit Wolle c ausgefüllt, welche wegen ihrer Elasticität die Lederenden gegen die Cylinderwände drückt. Der gußeiserne Liederring b dient zum Zusammenhalten der Holz- und Lederscheiben; er wird, wie aus der Zeichnung deutlich zu ersehen ist, durch Schrauben mit dem Kolben verbunden. Der hohle

Raum r des Kolbens muß mit Holz ausgefüttert werden, um den schädlichen Raum, der sonst entstehen würde, zu vermindern.

Eine andere empfehlenswerthe Art von Liederung mit Leinwand wird weiter unten erklärt werden.

Die Art der Verdichtung der Stopfbüchsen ist aus der Durchschnittszeichnung Fig. 11 ersichtlich. a ist der mittlere Theil des Cylinderdeckels mit dem angegossenen Fortsatze der Stopfbüchse; b die Kolbenstange, welche durch die ringförmigen Büchsen x von Messing senkrecht hindurchgeführt wird; tz Flechten von Hanf, welche den Raum in der Stopfbüchse ausfüllen und durch die messingenen Büchsen x festgehalten werden; z kleine Schraubenmuttern, welche in der Messingbüchse x eingeschnitten sind und zum Herausheben derselben dienen, wenn die Hanfliederung tz ausgewechselt werden soll; n die gleichfalls mit einer messingenen Büchse x ausgefütterte Deckplatte, welche die ganze Liederung festhält. Sie ist mit einer ringförmigen Vertiefung m versehen, in welche zur Erleichterung der Bewegung der Kolbenstange von Zeit zu Zeit etwas Oel gegossen wird. Der Deckel wird durch die Bolzen p, die über die Ansätze y gesteckt werden, mittelst der Schraubenmuttern ! befestigt.

Die Art der Einrichtung der Einlaßventile ist aus Fig. 12 ersichtlich. A ein Theil von dem Cylinderhalse; a der hölzerne Ventilsitz mit den Leisten b von geschmiedetem Eisen, welche das Ziehen des Holzes verhindern und durch welche die Schrauben y gehen, mittelst denen der ganze Ventilsitz, der an der innern Fläche mit Filz n bekleidet ist, mit dem Halse verbunden wird; x die Ventilöffnung; m die Klappe, nach dem Ventilsitz zu mit Filz, n bekleidet und durch Leder i befestigt.

Fig. 6, Taf. I. ist der Aufriß, Fig. 7 der Grundriß, Fig. 8 Ansicht und Durchschnitt der Cylinder von vorn und Fig. 9 Durchschnitt von dem Kolben des sehr gut eingerichteten Cylindergebläses auf der Hütte zu Lohe bei Siegen. a die Wasserradwelle mit dem gußeisernen, mit weißdornenen Zähnen versehenen Stirnrade b, welches in das gänzlich gußeiserne Stirnrad c greift. Dies sitzt an der Kurbelwelle mit den Kurbelscheiben d, an deren Zapfen e die Kurbelstangen f hängen, welche mit den Balanciers g verbunden sind, die ihrerseits mittelst der Storchschnäbel h die Kolbenstangen i mit den Kolben in den Cylindern k senkrecht auf- und niederbewegen. n ist das hölzerne Gerüst der Maschine, dessen Construction durch die Abbildungen verdeutlicht wird.

Ueber den 4 Hälsen der Einlaßventile sind noch besondere, weitere Hälse mit für den Luftzug hinreichend großen Fliegensieben l l angebracht, welche von Messinggaze sind und das Eindringen von Fliegen in die Cylinder verhindern.

Der Kolben Fig. 9 ist mit Leinwand geliedert. Starkes Schiffsegeltuch von Hanf wird diagonal gegen die Fadenrichtung in etwa 1 Zoll breite Bänder zerschnitten, diese werden in weichem geschlämmten Graphit mit beigemischtem sehr schwachem Stärkewasser getränkt, getrocknet, zu etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dicken und $\frac{3}{4}$ Zoll breiten Liederungsleisten zusammengenäht und auf ähnliche Art, wie der Buchbinder die Bücher beschneidet, in gehöriger Breite (für die innere Seite rechtwinklich und für die äußere nach der Lage im Kolben für die Berührung am Cylinder etwas geneigt) beschnitten. Aus diesen Leisten von erforderlicher Länge für den Kolbenumfang werden alsdann in jedem Kolben zwei Liederungsringe, der eine über, der andere unter dem Vorsprunge des Kolbens b eingepaßt. Die Deckelringe a a, a a, welche mit Schraubenbolzen

zusammengezogen werden, halten die Liederungsringe fest, und die zwischen dem Kolben und dem Deckelringe drückende Windpressung, welcher durch die Oeffnungen c der Zutritt hinter der Liederung gestattet wird, drücken die Liederungsringe hinreichend gegen die Cylinderwand an.

Die Bewegung der Cylindergebläse geschieht entweder durch Wasserkräfte und dann liegen gewöhnlich zwei oder drei, selten vier Cylinder neben einander, und der Mechanismus hat dann im Allgemeinen die so eben beschriebene Einrichtung; oder sie geschieht durch eine Dampfmaschine und dann ist gewöhnlich nur ein großer Cylinder vorhanden, dessen Kolbenstange mit dem einen Ende des Balanciers verbunden ist.

Die mit Wasser gelieberten Kastengebläse (die sogenannten Baarderschen), die Tonnen-, die Wassertrommel-, die Ketten- und die hydrostatischen Kastengebläse, welche weit seltner als die aufgeführten angewendet werden und zum Theil auch nur einen geringen Werth haben, beschreiben wir hier nicht, da es uns zu weit führen würde; sondern verweisen auf Karsten's „Eisenhüttenkunde," Bd. II. S. 358, auf dessen „Metallurgie," Bd. III. S. 167 ꝛc., auf unsere „Eisenhüttenkunde," Bd. I. S. 230 ꝛc. und auf unsere Artikel „Gebläse" in Prechtl's „technologischer Encyklopädie," Bd. VI.

Für alle Gebläse, welche den Wind nicht unmittelbar in den Schmelzraum des Ofens blasen, was wegen des absetzenden Stroms nicht zu billigen ist, sind Windregulatoren erforderlich, damit ein steter Windstrom hervorgebracht werde. Dazu sind theils die langen Windleitungen, welche zur Erhitzung der Luft in besondern Oefen oder auf der Gicht erforderlich sind, oder besondere große blecherne Kugeln,

Ballons, anwendbar, aus denen, da ihr räumlicher Inhalt weit größer als der der Gebläsecylinder ist, ein gleichförmiges Ausströmen statt findet (Windregulator mit unveränderlichem Inhalt). Eine andere Einrichtung ist die, daß die aus dem Gebläse ausgetriebene Luft in einen weiten Cylinder tritt, dessen Kolben durch die Gewichte beschwert, niedergedrückt wird, und dadurch die Gebläseluft unter gleichen Druck versetzt (Trockenregulator). Eine dritte Art von Regulatoren sind die Wasserregulatoren; sie bestehen in einem unten offenen und oben verschlossenen, eisernen Kasten, welcher in einem gemauerten wasserdichten Bassin unbeweglich so aufgestellt ist, daß das Wasser innerhalb desselben mit dem äußern ihn umgebenden im Bassin frei communicirt, wodurch also der Wasserspiegel, wenn Gebläseluft auf der einen Seite des Deckels in den Kasten tritt, in diesem fällt und im Bassin steigt. Die Röhre zum Austritte der Luft befindet sich am andern Ende des Regulatordeckels. — Wenn der Wind erhitzt wird, so sind die, übrigens sehr allgemeinen, Wasserregulatoren unzweckmäßig und man muß alsdann Ballons oder gar keine Regulatoren anwenden, da die langen Röhrenleitungen deren Stelle schon hinlänglich ersetzen *).

Seit einigen Jahren hat man angefangen, die Gebläseluft, ehe sie in die Schmelzöfen und Heerde gelangt, mehr oder minder stark zu erhitzen, indem dadurch eine bedeutende Quantität an Brennmaterial erspart, ein besseres Ausbringen und ein besseres Product erlangt wird. Nicht allein beim Eisen-, sondern überhaupt beim metallischen Hüttenwesen wird die

*) Ueber die Menge und die Geschwindigkeit des Windes aus den Gebläsen können wir hier auch nicht reden, sondern müssen ebenfalls auf die weiter oben angeführten Werke verweisen.

Gebläseluft erhitzt und obgleich diese neue Betriebs=methode im Allgemeinen erst auf wenigen Hütten eingeführt worden ist, so dürfen wir doch erwarten, daß sie in wenigen Jahren überall angenommen sein wird. — Wir beschreiben hier einige von den besten Apparaten, die wir jetzt kennen.

Fig. 1 Taf. **II.** gibt einen Durchschnitt nach **A B** und Fig. 2 einen Grundriß von dem Apparate bei einem der Hohöfen auf den Clyde=Eisenwerken bei Glasgow in Schottland, woselbst die neue Betriebs=methode zuerst angewendet wurde. **a a** sind die Röhren, welche sich auf eine Länge von 150 Fuß entwickeln. **A** ist der Gebläseregulator; **E** Ventil, welches die Vertheilung des Windes regulirt; **F** Oefen oder Heerde; **G** Züge von Ziegelsteinen, welche die Röhren umgeben, die Oefen mit einander vereinigen und in die Esse **H** endigen; **V** Oeffnungen in den Röhren, die gewöhnlich verschlossen sind und mittelst deren man sich stets von dem Wärmegrade der Luft überzeugen kann. Diese Vorsicht ist unerläßlich, da es eine wesentliche Bedingung bei dem Betriebe mit erhitzter Luft ist, daß dieselbe eine stets gleiche Temperatur habe. Mit diesem Apparat erlangt man eine Hitze von 158° R., d. h. die noch einige Grad höher ist, als der Schmelzpunkt des Bleies. — Das Brenn=material des Hohofens sind rohe Steinkohlen, die Erhitzung des Apparates geschieht mit sogenannten Staubkohlen.

Die Formen sind mit Thon luftdicht verschlossen, damit die äußere kalte Luft nicht in den Ofen strömen kann. Es hat dies Verschließen der Formen keine Nachtheile, da man dieselben gar nicht zu ver=einigen braucht. Die Formen bestehen aus Gußeisen und damit sie von der Hitze nicht zerstört werden, sind sie doppelt, so daß ein Strom kalten Wassers

hindurch geleitet werden kann, der sie kühl erhält. Eine solche Form ist in Fig. 3 abgebildet.

Bei den Holzkohlenhohöfen würde jedoch der Vortheil der neuen Betriebsmethode durch einen besondern Heitzapparat sehr vermindert werden, besonders wenn man zu deren Feuerung kein wohlfeiles Brennmaterial, wie z. B. Torf oder Anthracit zu seiner Disposition hat. Man wendet daher die nutzlos entweichende Gichtflamme zur Erhitzung der Luft an. Ein sehr zweckmäßig eingerichteter Apparat, der auf der Hütte zu Wasseralfingen im Würtembergischen in Anwendung steht und den man auf mehrern andern Hütten nachgemacht hat, ist in Fig. 4 im Grundriß, in Fig. 5 in einer Seitenansicht von b b' Fig. 4 und in Fig. 6 in einer Seitenansicht von a b dargestellt. An diesen Figuren bezeichnen die folgenden Buchstaben: **A** oberer Theil des Hohofens; **B** Gichtöffnung desselben; **C** gußeiserne Bekleidung der Oeffnung, mittelst welcher ein Theil der Gichtflamme in den Ofen geführt wird, in welchem die Röhren mit der Gebläseluft erhitzt werden; **D** Flügel des Stücks **C**, welcher dazu dient, dieses in dem Mauerwerk des Ofens zu befestigen; **E** Sohle des Ofens, in welchem der Wind erhitzt wird; **F** vordere Mauer a f, a' f' des Ofens; **G** zwei Mauern c c, d' d', welche die Seiten und innern Wände des Ofens bilden. Sie tragen die Röhren **K**, in denen der Wind erhitzt wird; **H** Inneres g g', h h' des Ofens; **I** gußeiserne Platten, auf denen die Röhren **K** ruhen; diese sind im Innern 6,2, im Aeußern 10 Zoll weit. Ihre Anzahl beläuft sich auf 16 und die Gebläseluft durchstreicht sie in der Ordnung der Nummern; sie geht durch die doppelten Kniee **M**, um aus einer Röhre in die andere zu gelangen; sie kommt auf der Seite d' c' durch Nr. 1 in den Ofen und strömt aus Nr. 16 auf derselben Seite wieder heraus; **L**

muffartige Hälse an den Enden der Röhren K, welche die Kniee M aufnehmen, die durch Druckschrauben darin festgehalten werden. Der zwischen L und M bleibende Zwischenraum von ohngefähr 7 Linien wird mit einem aus Eisenfeilspänen, feuerfestem Thon und Essig bestehenden Kitt ausgefüllt, so daß keine Luft entweichen kann; N äußere oder Verkleidungsmauer, welche den Raum, den die Kniee einnehmen, vollkommen schließt; O Raum zwischen den Mauern G und N, den man mit Ziegelstücken und andern schlechten Wärmeleitern ausfüllt; P gußeiserne, mit einer dünnen Mauerschicht g bedeckte Platte, welche die Decke des Ofens bildet; Q Esse, mittelst welcher die durch C in den Ofen getretene Flamme wieder aus demselben abgeleitet wird; R gußeiserne, ringsum mit einem Rande versehene Platte, auf welche der Deckel S (Fig. 6) paßt, der mittelst der Stange e nach Belieben geöffnet und geschlossen werden kann; T Schieber oder Register, mittelst welchen man die Oeffnung C mehr verengen oder erweitern kann. Ueber diesem Schieber tritt durch V atmosphärische Luft in den Ofen, so daß das Kohlenoxydgas verbrennt, wodurch die Hitze vermehrt wird; W, X und Y Oeffnungen, durch welche man die Röhren von dem sich auf selbigen absetzenden Gichtsande (der ihre Erhitzung erschwert) reinigt und denselben aus dem Ofen schafft. — Beim Austritt der Luft aus der Röhre Nr. 16, die noch um 2 Fuß außerhalb des Ofens vortritt, geht sie durch ein Knie- und Gabelstück und durch zwei Röhren nach den beiden Formen. Diese Röhren sind mit einer viereckigen Bekleidung von Bohlen umgeben und der Zwischenraum zwischen beiden ist mit schlecht leitenden Materien umgeben, um die Abkühlung so viel als möglich zu verhindern. Die Windleitungsröhren haben wie gewöhnlich Ränder, zwischen zwei derselben legt

man einen kupfernen Ring, zieht die durchgehenden Schrauben fest an und verstreicht die Fugen noch sorgfältig mit Kitt. Die Temperatur der Luft in der Nähe der Form beträgt 165 — 210° R.; die Röhren im Ofen werden kirschroth.

Fig. 7 zeigt den Aufriß und Fig. 8 den Grundriß von einem Apparat, der zur Erhitzung der Gebläseluft für einen Cupelofen dient und über der Gichtöffnung desselben angebracht ist. Er besteht aus einer Reihe von Röhren a, a', a''..., die horizontal über der Gicht liegen und zu beiden Seiten mit den Kästen b, b' in Verbindung stehen. Die Gebläseluft gelangt mittelst der Röhre c in die Abtheilung d des Kastens b, dann in der Röhre a, aus derselben in die Abtheilung d' des Kastens b', geht durch a' nach der zweiten Abtheilung von b zurück, durch a'' nach der zweiten Abtheilung von b' u. s. f. bis sie sich erhitzt, aus den beiden letzten Abtheilungen von b und b' nach den beiden Formen des Cupelofens begibt. — Solche gerade über der Gicht der Oefen liegende Apparate sind weit wirksamer, wenn sie, wie der in Fig. 4 — 6 abgebildete, mit einem Ofen umgeben sind. — Speciellere und mehre Beschreibungen von solchen Apparaten findet man in meiner kleinen Schrift: „Ueber den Betrieb der Hohöfen, Cupelöfen 2c. mit erhitzter Gebläseluft." Quedlinburg 1831, und in deren Supplementheften, die von Zeit zu Zeit erscheinen.

Erstes Kapitel.

Vom Eisen.

Kein Metall hat eine solche Wichtigkeit für die die Menschheit als das Eisen, keins ist für die Civilisation so unentbehrlich, als dieses; nicht Gold, nicht Silber bezeichnen die Höhe der Kultur, der geistigen und physischen Kraft der Völker, aber wohl die Vollendung in der Bearbeitung des Eisens.

Eigenschaften des Eisens. — Das Eisen kann durch die im Großen üblichen Darstellungen nicht rein erhalten werden. Indessen enthalten die guten Sorten des Stab- oder Schmiedeeisens so wenig von fremden Bestandtheilen, daß daran die Eigenschaften des reinen Eisens (bis auf geringe Abweichungen) zu bemerken sind. Das Stabeisen hat eine lichtgraue Farbe auf dem Bruch, die sich einerseits ins Weiße, andererseits ins Dunkle zieht, da aber, wo es der Luft und namentlich der feuchten Luft ausgesetzt war, hat es eine sogenannte eisenschwarze Farbe; es besitzt vollkommenen Metallglanz, je stärker dieser bei graulichweißer Farbe, und wenn er schwächer, bei sehr lichter Farbe, desto besser ist das Eisen; spielt die Farbe ins Bläuliche bei sehr starkem Glanz, so ist das Eisen verbrannt, ist sie weiß bei sehr starkem Glanz, so ist es kaltbrüchig. Die ursprüngliche Textur des Stabeisens ist körnig, zackig, sie wird aber durch das Schmieden sehr verändert und desto mehr, je öfter der Stab ausgereckt wird. Hierdurch entsteht die sehnige Textur, ein Beweis für große Zähigkeit und Güte des Eisens. Die Sehnen oder Adern haben dann eine lichte Farbe. Vielkantige Körner, welche gröber oder feiner sind,

und der Bruchfläche zuweilen ein schuppiges Ansehen geben, zeigen ein schlechtes brüchiges Eisen an; sind die Körner schiefrig, so ist das Eisen verbrannt, sind sie ganz flach und schuppig, so ist es kaltbrüchig, sind sie kantig und mit Sehnen untermischt, so ist das Eisen roh, schlecht und gefrischt; rothbrüchiges Eisen zeigt immer lange Sehnen. Das zackigkörnige Eisen ist das dichteste und zum Poliren am meisten geeignet, das kantig-körnige, weiche, am wenigsten; jedes Eisen ist nicht völlig frei von undichten Stellen, wodurch Schiefer entstehen. Nie erscheint das Stabeisen krystallinisch. Man unterscheidet hartes und weiches Eisen. Das weiche und zähe Eisen zeigt eine langsehnige Textur, lichte Adern, deren Farbe das Mittel zwischen silberweiß und bleigrau hält; ein solches ist von vorzüglicher Güte, obgleich es dem harten zähen Eisen, welches nur in dünnen Stäben ein silberweißes, adriges Gefüge bekommt, nachstehen muß. Das weiche Eisen, welches ein kurzsehniges Gefüge hat, dessen Farbe auf dem Bruch das Mittel zwischen blei- und schwarzgrau hält, ist weich und mürbe, es besitzt neben der Weichheit keine Festigkeit und gehört zu den schlechtern Eisensorten, welche sich bald abnutzen und der äußern Gewalt auch nicht stark widerstehen.

Das specifische Gewicht des Stabeisens ist, nach Maßgabe seiner Verschiedenheiten, nothwendig nicht gleich, im Mittel 7,6, so daß ein preuß. Kubikfuß Stabeisen 501,6 preuß. Pfund wiegt, ein Kubikzoll 9,18 Loth. Wird glühendes Eisen in kaltem Wasser abgelöscht, so erlangt es dadurch keine bedeutende Härte, wie dies beim Stahl der Fall ist, ist es aber stahlartig, so wird es härter. Durch langes Kalthämmern aber wird geschmeidiges Stabeisen spröde, welcher Zustand durchs Ausglühen gehoben wird. Im Glühzustande ist das Eisen weich und läßt sich

auf Schneidemaschinen zerschneiden. — Die absolute Festigkeit des Eisens hängt nicht allein von der innern Beschaffenheit desselben, sondern auch von der Behandlung im Feuer ab, auch hat die zum Zusammenpressen angewendete Kraft, folglich die Dimensionen, zu denen es gebracht worden, bedeutenden Einfluß. Gutes Stabeisen muß in Quadratstäben, auf die ursprüngliche Querschnittfläche bezogen,
in Stäben von 1 rheinl. Zoll ins Gevierte 58,000 Pr. Pfd.
= = $\frac{1}{2}$ = = = = 75,000 = =
= = $\frac{1}{4}$ = = = = 90,000 bis
100,000 Pfd.
auf eine Fläche des Querschnitts von 1 rheinl. Zoll berechnet, tragen können, ehe es reißt. Die absolute Festigkeit des Eisendrahts ist aber je feiner, noch bedeutend größer. Von der Dehnbarkeit des Eisens hängt die Anwendung desselben zu Draht und Blech ab.

Stabeisen wird stärker vom Magnet angezogen, und leichter attractorisch als Stahl, verliert aber auch diese Eigenschaft schneller, als dieser; nicht jede Sorte Stabeisen ist für den Magnetismus gleich empfänglich. — Stabeisen dehnt sich beim Erwärmen von 0° — 100° C. ungefähr $\frac{1}{800}$. — Beim Erhitzen färbt es sich an der Oberfläche, läuft gleich dem Stahl an und behält diese Farben dauernd; kurz vor dem Glühen zeigt sich eine dunkelblaue Farbe. — Ist das Eisen weißglühend geworden, so kann es zusammengeschweißt werden, daher man diesen Hitzgrad auch Schweißhitze nennt; hartes Stabeisen schweißt früher als weiches. Eisen, welches sehr schwer schweißt, ist schlecht und unbrauchbar, wenn es auch sonst gute Eigenschaften hat; es gibt aber auch Eisen, welches gut schweißt, dem aber andere Eigenschaften eines guten Eisens abgehen. — Rothbrüchig nennt man dasjenige Eisen, welches zwar in der Schweißhitze gut schweißt, und sich gut schmie-

den läßt, aber bei abnehmender Temperatur, besonders bei der Rothglühhitze, beim Schmieden und Bearbeiten Risse und Sprünge an den Kanten zeigt. Der geringere Grad des Rothbruchs zeigt sich dadurch, daß glühendes Stabeisen unter dem Hammer unganz wird, Schiefer bekommt und sich spaltet. Eine Hauptursache dieser Unart des Eisens liegt in einem sehr geringen Gehalt an Schwefel, der so klein sein kann, daß er kaum aufzufinden ist. Weit weniger nachtheilig wirkt ein Gehalt an Kupfer.

Eisen, welches nicht gehörig gefrischt, auch roh ist, heißt rohbrüchig, d. h. es ist sowohl in der Hitze als in der Kälte brüchig; kaltbrüchig ist endlich das Eisen, wenn es in der Kälte leicht zerspringt, welches mehrentheils von einem Phosphorgehalt herrührt, der 0,6 — 0,8 betragen muß, indem ein wenig Phosphor dem Eisen nichts schadet. Ein Gehalt an Zinn, Arsenik, Antimon, Chrom macht das Eisen auch kaltbrüchig, ein Gehalt an Silicium macht es faulbrüchig, wenn dieser Fehler auch nicht immer vom Siliciumgehalt abhängt. Wird beim Frischen zu viel kohlensaurer Kalk zugesetzt, so kann das Eisen auch Calcium aufnehmen und wird dann hadrig, d. h. es verliert die Schweißbarkeit.

Bei einer schnellen Erhitzung und möglichst abgehaltnem Luftzutritt unter einer Decke von Glühspan, Schlacken oder Sand (Schweißsand), in der sogenannten saftigen Schweißhitze, verliert das Eisen von seinen guten Eigenschaften nichts; wird es aber anhaltend einer Glühhitze bei freiem Zutritt der Luft, der sogenannten trocknen Hitze ausgesetzt, so hat dasselbe nach dem Erkalten von seiner Zähigkeit bedeutend verloren, und sich den Eigenschaften des weichen, mürben Eisens genähert (überwärmtes verbranntes Eisen). Daher muß das Eisen immer so schnell als möglich erhitzt werden, um es nicht zu

verderben; daher mag es auch kommen, daß ausgeglüheter Draht eine geringere Festigkeit besitzt als nicht ausgeglüheter. — Gewöhnlich enthält das Stabeisen etwas Kohlenstoff. — Mangan erhält dem Eisen mehr Härte, ohne seine Zähigkeit und Geschmeidigkeit zu vermindern, wenn es nur in geringer Menge mit demselben verbunden ist. — Beigemengtes Zinkerz (welches nicht selten vorkommt) ist beim Ausbringen des Eisens aus seinen Erzen nicht nachtheilig, indem das erblasene Roheisen beim Frischen untadelhaftes, weder roth- noch kaltbrüchiges Eisen gibt, in welchem sich kaum Spuren von Zink nachweisen lassen.

Von den mannichfachen Verbindungen des Eisens erwähnen wir nur diejenigen, welche technische Wichtigkeit haben. — Zu den Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoff oder zu den Oxyden von technischer Wichtigkeit gehört der Hammerschlag, Eisensinter, Schmiedesinter, Glühspan, eine eisenschwarze, schuppige Masse, welche sich beim Glühen des Eisens im Kohlenfeuer durch die Gebläseluft erzeugt, und beim Hämmern abspringt; sie besteht aus einer Verbindung von Eisenoxydul und Eisenoxyd, in variabeln Mengen. Der Hammerschlag wird in hohen Hitzgraden blos gesinkert, bildet eine emailartige poröse Schlacke, wenn aber Kieselerde vorhanden, so bildet sich dann eine verglaste schwarze Masse, Hammerschlacke (Frischschlacke). Man benutzt den Hammerschlag theils als gaarendes Mittel beim Frischen des Eisens, theils gepulvert zum Putzen des Eisens und zum Adoucieren des Roheisens. — Wenn Eisen an feuchter Luft liegt, so rostet es, d. h. es findet theils durch den Sauerstoff des Wassers unter Vermittlung der Kohlensäure der Luft, theils durch den Sauerstoff der letztern eine Oxydation statt, und es erzeugt sich kohlensaures Eisenoxydul, gleichzeitig

aber auch Eisenoxydhydrat; es enthält also der Rost beide Verbindungen in sich.

Die wichtigste Verbindung des Eisens auch in technischer Hinsicht, ist die mit Kohlenstoff; hierher gehören die verschiedenen Roheisen- und die Stahlsorten, ja selbst Stabeisen enthält fast immer Kohlenstoffeisen in sich.

Das Roheisen oder Gußeisen ist von sehr mannichfacher Natur. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Gattungen, das weiße und das graue, welche beide nicht allein durch die Farbe verschieden sind, sondern auch durch die sonstigen Eigenschaften. Das weiße hat im Zustand der vollkommensten Ausbildung eine silberweiße Farbe, mit sehr starkem Glanz und spiegelnden Flächen, man nennt daher dieses Roheisen auch Spiegeleisen (Spiegelfloß) und wegen seiner Benutzung zu Stahl Rohstahleisen. Es wird im Siegenschen aus Spath- und Brauneisenstein behufs jener Fabrikation erblasen. Wenn die Farbe ins Bläuliche und Bläulichgraue übergeht und nur noch ein strahlig-fasriges Gefüge sich zeigt, so entsteht diejenige Abart des weißen Roheisens, welche man blumiges Floß, blumiges Eisen nennt; sie bildet sich am häufigsten nur in Verbindung mit dem grauen Roheisen. Eine dritte Abart, welche am häufigsten vorkommt, ist das grelle Roheisen, Weißeisen; die weiße Farbe hat viel Grau beigemischt, auf der Bruchfläche ist kein bestimmtes Gefüge zu bemerken, dieselbe hat große Aehnlichkeit mit der eines löcherigen Käses. Nimmt die weiße Farbe noch mehr ab, so daß sie ins Bläulichweiße übergeht, fangen die Bruchflächen an, zackig zu werden, und zeigen sich viele Zwischenräume, so ist dadurch ein eigenes Roheisen charakterisirt, welches weder zu dem weißen, dem man es gewöhnlich beizählt, noch zu dem grauen zu rechnen ist, das luckige

Floß. — Diese Varietäten des weißen Roheisens gehen in einander über, so daß es oft schwierig wird, die Abarten zu bestimmen. Das sogenannte weißgaare Roheisen steht in der Mitte zwischen dem Spiegel- und blumigen Floß. Das specifische Gewicht des weißen Roheisens beträgt im Mittel 7,5, also wiegt ein Kubikfuß 495 Pfd., ein Kubikzoll 9⅛ Loth.

Das graue Roheisen zeigt alle Farbenabstufungen zwischen dem dunkelsten Schwarz und lichten Grau, so daß nicht selten in einem Stück mehrere Nuançen von Grau vorkommen. Die dunklern Farbentöne bedingen in der Regel stärkern Metallglanz, als die hellern. Nicht selten kommen beide Roheisenarten in einem Stück vor, und zwar entweder in besondern Lagen (streifiges R.), oder das eine in die Masse des andern zerstreut, so daß im grauen Pünktchen vom weißen R. und umgekehrt sich halbirtes Roheisen zeigen. — Das specifische Gewicht des grauen R. ist im Mittel 7,0 also wiegt ein Kubikfuß 462 Pfd., ein Kubikzoll 8⅝ Loth.

Die Textur des grauen Roheisens geht vom vieleckig-körnigen Gefüge zu einer feinschuppigen, fast dichten Bruchfläche über; je mehr das körnige Gefüge zurücktritt, wird auch die Farbe lichter; die des weißen R. geht aus dem blättrig-strahligen ins kleinsplittrige und dichte Gefüge über; je mehr die weiße Farbe sich mindert, verwischt sich auch das strahlige Gefüge. Im Spiegeleisen selbst ist eine deutliche krystallinische Bildung zu bemerken, und nicht selten finden sich auch Blättchen in Höhlungen angeschossen.

Das graue Roheisen ist ungleich weniger hart, als das weiße; je dunkler das graue ist, desto leichter läßt es sich bearbeiten, drehen, feilen, bohren, je mehr es aber lichter grau ist, desto weniger. Die Härte des weißen Roheisens ist so groß, daß es in

Glas schneidet, und von der besten englischen Feile nicht angegriffen wird, die Härte des Spiegeleisens übertrifft die des härtesten Stahls. Man hat daher auch das weiße R. Hartfloß und das graue R. Weichfloß genannt.

In der Glühhitze verliert das Roheisen an seiner Härte und Sprödigkeit und läßt sich zersägen. Was die absolute Festigkeit betrifft, so ist die des weißen Roheisens noch nicht untersucht, die des grauen sehr schwankend gefunden worden; man kann annehmen, daß, wenn dasselbe auf einen Quadratzoll Querschnitt 20,000 Pfd. trägt, es zu den erstern Sorten gehört; die rückwirkende Festigkeit des R. ist größer als die des Stabeisens, und zwar im weißen größer, als im grauen. In einer Wärme bis 100° C. dehnt sich das R. um $\frac{1}{900}$ seiner Länge. Auch das R. läuft in der Hitze farbig an, und die Temperaturen, bei welchen dies geschieht, sind ziemlich denen des Stabeisens gleich; weißes Roheisen wird eher weißglühend, als graues, dieses etwas eher als Stabeisen. Hinsichtlich des Schmelzpunktes ist zu bemerken, daß das weiße R., besonders Spiegeleisen, welches die größte Menge Kohlenstoff enthält, am leichtesten schmilzt, bei einer Hitze, in welcher sich das Stabeisen kaum in starker Schweißhitze befindet; andere Sorten weißes R. schmelzen zwar etwas schwerer, aber wahrscheinlich nicht viel später, als bei einer starken Schweißhitze, und dies ist auch die Temperatur, bei welcher das graue R., welches das strengflüssigste ist, zum Schmelzen kommt. Das graue Roheisen ist weit dünnflüssiger als das weiße. Das weiße R. ist nicht schweißbar, wohl aber das graue, obgleich es mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist, dies zu bewerkstelligen. Geschmolzenes R. erscheint dichter, als das starre, indem letzteres auf ersterem, wenn es heiß ist, schwimmt, nicht aber im kalten Zustande. Das

graue R. dehnt sich beim Erkalten mehr aus, als das weiße, welches stärker schwindet, als ersteres. Das graue füllt auch die Formen besser. Die Größe des Schwindens scheint beim R. zwischen $\frac{1}{95}$ und $\frac{1}{98}$ der Längendimension zu liegen, es würde sich demnach R. auf 858 bis 942 von 1000 Theilen seines Raums zusammenziehen.

Wird das graue Roheisen geschmolzen und bei mäßiger Hitze längere Zeit erhalten, so wird es lichter in Farbe und geschmeidig, aber nie dadurch zu weißem Roheisen, sondern es nähert sich der Natur des Stabeisens; schmelzt man es, vor dem Zutritt der Luft völlig geschützt, um, so bleibt es gänzlich unverändert, auch nach dem langsamen Erkalten, bringt man es aber plötzlich zum Gestehen durch Eingießen in kaltes Wasser, so verhält es sich dann wie weißes oder wie halbirtes Roheisen; daher kommt es auch, daß es beim Einguß in feuchte Formen, oder in eiserne Schalen, am Rande weiß und im Kerne grau aussieht. Erhitzt man weißes Roheisen langsam unter Zutritt der Luft, so verliert es unter der Glühspandecke sein blättrig-strahliges Gefüge, seine Härte und weiße Farbe, es erhält eine körnige Textur mit grauer Farbe, es wird weich, dehnbar, nähert sich in seinem Verhalten dem Stahl. Auch bei gänzlich abgehaltnem Luftzutritt erleidet das Roheisen obige Veränderung, nur viel langsamer, so unter einer Decke von Kohlenpulver, gebrannten Kalk, feuerfesten Thon, Asche, besonders Knochenasche. Schmelzt man R. unter einer Decke von Kohlen oder Glas in schwacher Hitze, und gießt es dann aus, so hat es nach wie vor seine Farbe, Härte, sein Gefüge; schmelzt man es aber in möglichst hoher Temperatur und läßt es sehr langsam erkalten, so ändert es sich in graues R. um; dies geschieht sowohl in Schachtöfen, als auch in Tiegeln, aber nur

3 *

dann, wenn die Hitze bedeutend höher als die Schmelzhitze des weißen R. und das Abkühlen langsam geschah. — Aus diesem geht hervor, daß sich das graue Roheisen zum Umschmelzen besser eignet, als das weiße, in sofern es weit dünner fließt, weniger Abgang durch Glühspan erleidet und weit weniger durch den Zutritt der Luft verändert wird, als jenes.

Das vollkommenste Spiegeleisen enthält die größte Menge Kohlenstoff in sich, etwa 5,25 Procent; bei 4,25 Procent ist die Abnahme des blättrigen Gefüges noch nicht sehr merklich, bei einem geringern Gehalte an Kohlenstoff geht das Gefüge ins Körnige über. Die luckigen Flosse enthalten nur noch 3,50 Proc. und verhalten sich wie ein sehr harter Stahl. Im grauen Roheisen ist nur ein Theil des Kohlenstoffs, 0,58 bis 0,90 Procent chemisch gebunden der größte Theil, 2,57 bis 3,75 Procent, als Graphit (Gaarschaum, Eisenschaum) beigemengt. Der gesammte Kohlenstoffgehalt im grauen Roheisen, zwischen 3,15 und 4,65 Procent, ist also geringer, als im Spiegeleisen und den mehrsten Arten des weißen Roheisens und die chemisch verbundene nicht selten kleiner, als in manchen Stahlarten. Endlich scheint auch noch im grauen Roheisen ein kleiner Antheil Kohlenstoff mit sehr wenig Eisen zu sehr gekohltem Eisen (Polycarburet des Eisens) verbunden zu sein, und dieses sich unter der übrigen Masse zu befinden.

Außer dem Kohlenstoff findet man im Roheisen noch folgende fremde Stoffe: Mangan, welches in bedeutender Menge vorhanden sein kann, ohne der Festigkeit zu schaden. Titan, welches sich ähnlich zu verhalten scheint; Phosphor, Schwefel, Silicium, Kalcium, Magnesium, Chrom, welche die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade vermindern. Diese scheiden sich beim Verfrischen gänzlich ab, indem man sie im Stabeisen nicht wieder entdecken konnte. Roh-

eisen mit 0,371 Procent Schwefelgehalt, gab ein ganz unbrauchbares rothbrüchiges Eisen.

Der Stahl besitzt eine gräulich weiße Farbe, die ins Weiße übergeht, vollkommenen Metallglanz, ist aber nicht stark glänzend, seine Textur ist körnig, aber so, daß ein ganz unmerkbarer Uebergang von einem Korn zum andern statt findet, und daß die Fläche ein fast gleichartiges Ansehen erhält, je dichter und gleichartiger das Korn, desto besser ist der Stahl. Ausgezeichnet körniges Gefüge, blaues, weißschimmerndes Korn, sehnige und adrige Stellen sind ein Beweis noch vorhandenen Eisens. Der Stahl ist auch viel dichter als Eisen und zur Politur weit geeigneter. Das specifische Gewicht beträgt im Mittel 7,7, so daß ein Kubikfuß 508,2 Pfund und ein Kubikzoll 9,4 Loth wiegt; am dichtesten ist Gußstahl, der Cementstahl weniger. Stahl ist härter, als Stabeisen, läßt sich nicht so leicht in andere Formen bringen, als dieses, sein vorzüglich charakteristisches Kennzeichen ist aber, daß er durch schnelle Abkühlung nach dem Glühen hart wird. Ungehärteter Stahl verhält sich wie das härteste Stabeisen, und muß zugleich einen hohen Grad von Zähigkeit besitzen; gehärteter Stahl muß aber eine solche Härte annehmen, daß er von der besten Feile nicht angegriffen wird, und Glas schneidet. Die absolute Festigkeit des Stahles ist bedeutend größer, als die des Eisens, gehärteter Stahl ist aber minder fest, als ungehärteter, wogegen seine rückwirkende Festigkeit wohl größer sein dürfte. Guter Stahl ist biegsam und elastisch und jemehr er diese Eigenschaft besitzt, desto größer ist auch seine Festigkeit. Der Stahl wird schwieriger attractorisch als Stabeisen, erfordert ein längeres Magnetisiren, hält aber auch den Magnetismus fester. Seine Ausdehnung in der Wärme von 0 — 100° C. beträgt $\frac{1}{800}$ — $\frac{1}{900}$.

Beim Erwärmen zeigt der Stahl, wie das Eisen, eine merkwürdige Farbenerscheinung, indem die Oberfläche bei langsam steigender Hitze nach einander in verschiedenen Farben erscheint. Diese sogenannten Anlauffarben haben eine technische Wichtigkeit und es wird daher am Schluß des Abschnittes von der Darstellung des Stahles weitläufiger davon geredet werden. Sie treten beim Stahl in etwas geringern Temperaturen ein, als bei dem Stabeisen. — Eben so wird auch Stahl weit eher weißglühend, als Stabeisen, und zwar harter Stahl eher als weicher; auch schweißt er früher als Stabeisen und setzt nicht so schnell Glühspan an als dieses, wird durch langanhaltende, trockne Glühhitze in Stabeisen verwandelt, indem dadurch der Kohlenstoffgehalt bedeutend abnimmt, weshalb es erforderlich ist, denselben bei der Bearbeitung von dem Gebläse vor der Luft möglichst zu schützen, mehr noch als Eisen. Setzt man Stahl in Berührung mit Kohlenstaub einer lang anhaltenden Glühhitze aus, so wird er mürbe, verliert alle Festigkeit, nimmt einen roheisenartigen Zustand an; setzt man die Hitze bis zum Schmelzen fort, so wird er wirklich zu Roheisen. Will man daher Stahl schmelzen, ohne daß derselbe an seiner Natur verlieren soll, so muß er weder der Luft ausgesetzt, noch unter einer Kohlendecke geschmolzen werden.

Natürliches Vorkommen des Eisens.

Das Eisen ist einer der am weitesten in der Natur verbreiteten Stoffe. Es bildet als Hauptbestandtheil eine bedeutende Zahl von Mineralien, und ist außerdem in geringerer Menge als Beimischung in sehr vielen Körpern des Mineralreichs enthalten. Die eigentlichen E i s e n e r z e bilden den kleinsten Theil der eisenhaltigen Mineralien, indem unter den letztern

selbst viele, welche Eisen in ansehnlicher Menge enthalten, nicht als Erze gebraucht werden; entweder weil sie zu selten vorkommen, oder weil die Abscheidung des Eisens aus ihnen durch die Natur der übrigen Bestandtheile zu schwierig wird.

Das Eisen kommt in Mineralien entweder gediegen, oder mit Schwefel verbunden, oder als Arsenikeisen, oder endlich oxydirt vor. Nur die Oxyde haben technische Wichtigkeit als Erze, d. h. als Material zur Darstellung des Metalles. — Das Mineralreich bietet Eisen in dreierlei Graden der Oxydation, nämlich als Oxydul, Oxydoxydul und als Oxyd, letztere beide zum Theil in unverbundenem Zustande, alle drei aber in Vereinigung, bald mit Säuren, bald mit andern Metalloxyden und mit Erden.

1) Eisenoxydoxydul (Magneteisenstein). Eins der vorzüglichsten Eisenerze, welches theils krystallisirt oder derb (zuweilen mächtige Lager bildend), theils eingemengt in vielen verschiedenen Gebirgsarten, die es bald leicht- bald strengflüssig machen (vorzüglich Quarz, Granat, Hornblende, Schwerspath, Flußspath, Kalkstein, Apatit, Asbest 2c.), auch erdig, als Eisenmulm oder Eisenschwärze vorkommt. Der Magneteisenstein hat sehr gewöhnlich etwas Schwefelkies zur Bekleidung, desgleichen oft Zinkblende, Bleiglanz, und Arsenikkies, an manchen Orten Titaneisen.

2) Eisenoxyd. Wasserfreies Eisenoxyd, welches sehr oft verschmolzen wird, kommt in zwei Hauptabänderungen vor: a) dunkelstahlgrau, metallisch glänzend: Eisenglanz; und zwar blättrig, strahlig, schuppig (Eisenglimmer), schiefrig, dicht. b) Grauroth oder bräunlichroth, weniger glänzend: Rotheisenstein in mehren Varietäten, nämlich: schuppig (rother Eisenrahm, Eisenschaum), faserig (rother Glaskopf, Blutstein), dicht, erdig (ro-

ther Eisenocher). Quarz, Eisenkiesel, Jaspis, Hornstein, Feldspath und andere kieselerdige und thonige Mineralien sind die gewöhnlichsten Begleiter von Eisenglanz und Rotheisenstein; oft kommen diese Erze mit Schwerspath, seltner mit Schwefelkies vor. Der sogenannte rothe Thoneisenstein ist ein inniges Gemenge von Eisenoxyd mit Thon.

3) Eisenoxydhydrat. Das wasserhaltige Eisenoxyd bildet diejenige Klasse von Eisenerzen, welche man mit den Namen Schwarzeisenstein, Brauneisenstein und Gelbeisenstein belegt hat, und ungemein häufig verschmilzt. Die verschiedene Farbe scheint nur von ungleicher Dichtigkeit herzurühren. Ein Gehalt von Mangan ist in diesen Erzen häufig. Zum Brauneisenstein gehört der dichte und gemeine, der strahlige und der faserige Brauneisenstein (brauner Glaskopf), der Pyrosiderit oder Rubinglimmer. Der Schwarzeisenstein (schwarze Glaskopf) ist nichts als Brauneisenstein mit Manganoxydgehalte. Die Brauneisensteine haben als gewöhnliche Gangarten: Quarz, Kalkspath, Schwerspath; sie enthalten sehr häufig etwas Kieselerde, zum Theil beigemengt, zum Theil verbunden, zuweilen eine kleine Menge phosphorsauren Eisenoxyds. Oft kommen innige Gemenge von Eisenoxydhydrat mit viel Thon oder mit Sand vor, welche ein ganz gleichartiges, erdiges Ansehen haben; und in so fern dergleichen Mengungen eine sehr hellbraune und gelbe Farbe haben, nennt man sie Gelbeisensteine. Dahin gehören das Bohnerz, der braune und gelbe Thoneisenstein, der braune und gelbe Eisenocher.

Zu den Erzen, deren wesentlicher Bestandtheil Eisenoxydhydrat ist, gehört endlich auch das Wiesenerz (Sumpferz, Morasterz, Raseneisenstein). Ein Theil des Eisens ist darin gewöhnlich als Oxydul enthalten; Manganoxydul und Phosphorsäure (letztere zu $\frac{1}{4}$ — 8 Procent) fehlen fast nie-

mals. Als Gemengtheile enthalten die Wiesenerze Thon, Sand und Humus, zuweilen kohlensauren Kalk und kohlensaure Bittererde. Sie gehören zu den leichtflüssigen Eisenerzen, liefern aber meist ein phosphorhaltiges Eisen.

4) Eisenoxyde mit Säuren, Metalloxyden und Erden.

a) Kohlensaures Eisenoxydul ist das einzige Mineral dieser Abtheilung, welches so häufig vorkommt und ein so gutes Eisen liefert, daß es als gewöhnliches Eisenerz angewendet werden kann. Es führt den Namen Spatheisenstein oder Eisenspath (auch Flinz, Stahlstein, Weißerz), und enthält fast immer eine Beimischung von kohlensaurem Manganoxydul, kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Bittererde, selten von kohlensaurem Zinkoxyd. Der Eisenspath ist blättrig, strahlig (Sphärosiderid) oder dicht. Was unter dem Namen thoniger Sphärosiderit vorkommt, ist ein inniges Gemenge von Spatheisensteinmasse mit viel Thon, worin zuweilen überdieß phosphorsaures Eisenoxyd, phosphorsaurer Kalk, Schwefelkies, Chromeisen oder Titaneisen enthalten ist. Das natürliche kohlensaure Eisenoxydul verwittert an der feuchten Luft langsam, wird dadurch lockerer und endlich ganz in Eisenoxydhydrat verwandelt, welchen die vorhandenen kohlensauren Salze des Manganoxyduls, des Kalks und der Bittererde beigemengt bleiben. Solcher verwitteter Spatheisenstein, der in chemischer Hinsicht mit dem Brauneisenstein übereinstimmt, heißt von seiner Farbe Braunerz.

b) Eisen-Silikate. Die chemischen Verbindungen des Eisenoxyds mit Kieselerde kommen nie rein, sondern stets mit andern Silicaten (kieselsauren Salzen), z. B. von Thonerde, Kalk rc. gemischt in der Natur vor. Diejenigen Mineralien dieser Art, welche Eisen in so großer Menge enthalten, daß sie

noch als Eisenerze angesehen werden können, und die mit dem Namen Kieseleisensteine bezeichnet werden können, sind meist für die Anwendung beim Eisenschmelzen zu selten, daher nur in wenigen Gegenden Kieseleisensteine das Haupterz bilden. Man verschmilzt sie aber oft nebenbei mit andern Eisenerzen (z. B. Magneteisenstein), in deren Begleitung sie gefunden werden.

Behandlung der Eisenerze vor dem Verschmelzen.

Bei der Gewinnung der Eisenerze muß man besonders von dem Grundsatze der möglichsten Kostenersparung ausgehen, da das Eisen einen so niedrigen Preis hat. Hieraus erklärt sich, weshalb manches Vorkommen von Eisenerzen unbenutzt bleiben muß. — Die Aufbereitung der Eisenerze ist sehr einfach, einfacher als bei andern Erzen, und zwar deshalb, weil Erze, die einer weitläuftigen Aufbereitung bedürfen, aus ökonomischen Gründen nicht benutzt werden können. Dieselbe besteht in der Handscheidung und Klaubarbeit, denn das Pochen hat nur den Zweck der Zerkleinerung und erfolgt gewöhnlich nach der Röstung. Ist die Gebirgsart von der Beschaffenheit, daß sie durch langes Liegen an der Luft mürbe wird und sich vom Eisenerz trennt, so läßt man die Erze abliegen, wie z. B. bei Thoneisensteinen und thonigen Sphärosideriten geschieht, wobei sich der mit dem Erze innig verbundene Schieferthon ablöst. Raseneisensteine werden gewaschen, nicht aber die ockrigen, mulmigen, weil sonst dadurch der Ocker getrennt würde, der sich gerade am besten verschmelzen läßt.

Nun folgt das Rösten oder eine Vorbearbeitung durchs Verwittern. Die milden, d. h. nicht steinartigen Erze brauchen nicht geröstet zu werden, alle übrigen aber werden diesem Processe unterworfen. Die Ursachen, weshalb dieser Vorbereitungs=

proceß statt findet, sind: 1) den Zusammenhang der Masse so zu vermindern, daß die ersten Stücke locker und mürbe, und zum Verschmelzen und Reduciren durch Kohle in der Glühhitze fähiger werden. Eisenerze von festem Zusammenhange, wie z. B. Roth-, Braun- und Spatheisensteine verwittern nie von selbst; man muß es durchs Rösten bewirken; andere, wie Thoneisensteine verwittern erst nach Jahren vollständig. Aber nichts desto weniger bedingt die Wirkung des Verwitterns eine vollkommnere Aufschließung als das Brennen, wobei auch gleichzeitig eine höhere Oxydation des Eisens statt findet. 2) Das chemisch gebundene Wasser zu entfernen, die Hydrate zu entwässern, Kohlensäure zu vertreiben, wie aus den Spatheisensteinen; auch wird dadurch alles hygroskopisch angezogene Wasser entfernt. Der Nutzen der Ausscheidung jener Körper beruht darauf, daß unter einem Druck das Verdampfen des Wassers und die Verflüchtigung der Kohlensäure im Ofenschacht sehr behindert sein, und dadurch auch viel Wärme entzogen, der Ofen folglich abgekühlt werden würde. 3) Diejenigen Erze, welche eingesprengten Schwefelkies enthalten, müssen nothwendig abgeröstet werden, um nach Möglichkeit den Schwefel vom Eisen zu trennen, wenn man ein gutes Roheisen erhalten will, weshalb man sie auch stärker als andere rösten muß. Man pflegt auch wohl solche Erze nach dem Abrösten im Wasser abzulöschen, oder sie dünn ausgebreitet der Luft auszusetzen, um die durchs Rösten erzeugten schwefelsauren Salze auszulaugen. Die Beschaffenheit solcher Erze, welche phosphorsaures Eisen enthalten, kann durch das Rösten leider nicht verbessert werden.

Das Rösten geschieht entweder ganz im Freien, oder zwischen Mauern (in Stadeln), oder in Oefen; die Erze, welche Schwefelkies enthalten, be-

dürfen beim Rösten nothwendig des Zutritts der Luft, die übrigen nicht; die mehrsten Erze nehmen durchs Rösten an Gewicht ab, selten etwas durch Orydation zu, wie der Magneteisenstein. Die Hitze darf nicht bis zum Verschlacken steigen, sonst werden die Erze schwieriger auszubringen. Die Röstöfen haben eine cylindrische, elliptische, conische, parallelepipedische rc. Form. Man schichtet entweder das Erz mit Kohlen oder Koaks, und zieht es an der Schachtsohle mittelst angelegter Abzüge aus, oder es sind zu beiden Seiten der parallelepipetischen oder an drei Punkten der cylindrischen rc. Schächte besondere Feuerplätze vorhanden, auf denen Holz, Reisig, Steinkohlen und Torf verbrannt werden, so daß das zu röstende Erz blos mit der Flamme in Berührung kommt und ebenfalls nach und nach auf der Schachtsohle ausgezogen wird. (Verschiedene Röstöfen findet man beschrieben und abgebildet: in meiner „Eisenhüttenkunde“ I. 165. und Taf. I. und in den **Jern-Kontorets Annaler**, 1827 und 1828.

Die gerösteten Erze werden in kleine Stücke zerschlagen, um die Reduction zu erleichtern; pulverige Massen ersticken den Ofen, sintern leicht zusammen, oder werden auch herausgeblasen. Das Pochen geschieht entweder mit Menschenhänden durch Fäustel, Stempel, oder mittelst Pochhämmern, Pochstempeln, Quetschwalzen.

Soll nun das Eisen aus diesen vorbereiteten Erzen gewonnen werden, so muß man darauf hinarbeiten, nicht allein das in ihnen enthaltene Oryd durch Kohle in der Hitze zu reduciren, sondern auch zugleich die sich absondernten kieselsauren Verbindungen, die Schlacke, von rechter Beschaffenheit zu gewinnen, durch welche der ganze Proceß gewissermassen dominirt wird. Es muß nämlich nicht allein eine gewisse Menge von Schlacken jederzeit vorhanden sein, um

das reducirende Metall zu bedecken und vor der oxydirenden Wirkung der Gebläseluft zu schützen, sondern dieselben müssen auch einen gehörigen Grad von Flüssigkeit besitzen; sind sie zu zähe, so fritten sie nur, fließen nicht, lassen die Metallkörnchen sich nicht vereinigen. Die Schlacken sind kieselsaure Salze, Silicate, und zwar kieselsaure Thon-, Kalk-, Bittererde, Eisenoxydul (Manganoxydul). Die ersten sind im allgemeinen strengflüssig, jedoch sind zusammengesetzte Silicate mehrer Basen leichter schmelzend, als die einzelnen; kieselsaures Eisenoxyd schmilzt leicht. Auch kommt es sehr auf das Mischungsverhältniß hinsichtlich der Quantität der Kieselerde zur Base an; meist sind nämlich die neutralen Verbindungen leichtflüssiger als die basischen und zweifach kieselsauren und diese leichter als die dreifach kieselsauren.

Hieraus leuchtet ein, daß es bei der Reduction der Eisenerze darauf ankommt, neutrale kieselsaure Verbindungen in der Schlacke zu erzeugen, so daß sie bei der zur Reduction nöthigen Temperatur in gehörigen Fluß kommt, ohne daß die Schmelzbarkeit durch eine Aufnahme von Eisenoxydul bedingt wird, wodurch ein beträchtlicher Eisenverlust entsteht.

Es können daher reiche Eisenerze, welche nur eine kleine Quantität Erden in ihren Mischungen haben, nicht auf Roheisen verschmolzen werden, da es an Schlacken mangeln würde, wodurch ein Theil Eisen verbrennen und das oxydirte Eisen auf das Roheisen entkohlend einwirken, dieses in stahlartiges, strengflüssiges Eisen verwandeln und den Ofen ersticken würde. Es müssen entweder ärmere Erze oder unhaltige Zuschläge ausgesetzt werden, welche eine brauchbare Schlacke bilden. Es gibt aber auch Fälle, in denen das Eisenerz eher schmilzt, als es zur Reduction gelangt, z. B. kieselsaures Eisenoxydul, kiesel-

saures Eisenoxyd, hierbei erhält man wenig weißes Roheisen und eine dunkle, viel Eisenoxydul enthaltende Schlacke; in solchen Fällen setzt man Zuschläge hinzu, welche die Schmelzbarkeit vermindern, so daß die Reduction gehörig eintreten kann, solche sind Kalkstein und Mergel.

Hieraus geht hervor, daß sehr reiche Erze allein kein sehr gutes Ausbringen und Verschmelzen gewähren, ebenso, wenn sie eine zu zähe oder dünnflüssige Schlacke geben. Deshalb ist es nöthig, dieselben mit ärmern so zu gattiren, daß die Gattiruug oder Möllerung etwa 50 Procent Eisengehalt erhält. Selten befinden sich aber dann die in den gattirten Erzen enthaltenen Erden in einem, für die Bildung einer gehörig flüssigen Schlacke günstigen, Zustand, man ist deshalb genöthigt, in den mehrsten Fällen unhaltige Erden zuzusetzen, die Eisenerze zu beschicken. Flüsse oder Zuschläge nennt man die erdigen Zusätze, und Beschickung das Gemeng von Eisenerzen und Zuschlägen. Die Natur der letztern und deren Menge hängt theils von der Beschaffenhet der Eisenerze, theils von der Construction und Schmelzhitze des Ofens ab; haben die Erze Thon-, Kalk- und Bittererde in sich, so setzt man Quarz zu; sind sie reich an Kieselerde, so fügt man Mergel, sind sie reich an Kalk- und Bittererde, ebenfalls Mergel und Thonschiefer, reich an Kiesel- und Thonerde, reinen Kalkstein hinzu. Mitunter bedient man sich auch des Flußspaths als Zuschlag; mitunter erreicht man schon durch die Gattirung den Zweck der Beschickung. — Außer den angeführten Zuschlägen wendet man auch zu diesem Behuf Hornblende und Basalt an, welche an sich schon leicht schmelzen und Eisenoxydul enthalten, Mangel an Kieselerde, oder Ueberschuß an basischen Erden, bewirken bei einem Gaargange des Ofens, d. h. bei starker Hitze, die Erzeugung von sehr grauem

Roheisen mit steifer, ungefärbter, kein Eisenoxydul enthaltender Schlacke, Ueberschuß an Kieselerde aber oder Mangel an basischen Erden, die Bildung von weißem Roheisen und dunkel gefärbter, viel Oxydul enthaltender Flasche.

Die Roheisenerzeugung.

In frühern Zeiten bei den höchst unvollkommenen Schmelzeinrichtungen, theils mit natürlichem Luftzug, theils mit Gebläseluft, erhielt man kein gewöhnliches Roheisen, sondern ein stahlartiges Roheisen (weniger gekohltes Eisen) und Stahl, indem das reducirte kohlehaltige Eisen von dem geschmolzenen und noch nicht gehörig reducirten Erz, oder von dem durch den Luftstrom wieder oxydirten Eisen entkohlt wurde; man brachte nur die leicht reducirbaren, reichen Erze aus, wobei sehr viel durch Verschlackung verloren ging. Man nennt diese Art Behandlung der Erze, wobei dieselben auf Heerden zwischen brennenden Kohlen in einzelnen Stücken geschmolzen, in kohlehaltendes Eisen reducirt, und aus diesem in geschmeidiges Eisen verwandelt werden, das Verschmelzen in Luppen- oder Rennfeuern; es findet in einigen Gegenden noch jetzt statt und wir kommen weiter unten darauf zurück. Vortheihafter ist aber das Verfahren, die Erze mit Kohlen in Schachtöfen zu schichten und sie so niederzuschmelzen. Man ging daher zu dem Gebrauch niedriger Schachtöfen über, den sogenannten Stücköfen, Wolfsöfen, in denen man aber nur allein leicht reducirbare, leichtflüssige Erze, bei niedriger Temperatur des Ofens, in einem Stück, Guß, Wolf, angesammelt und mit Unterbrechung des Schmelzbetriebs herausgenommen werden muß. Bald ging man jedoch von diesen Oefen zu den Blauöfen (Blaaöfen, Blaseöfen, Floßöfen) über; man erhöhete den Schacht, um eine größere Hitze zu bewirken, und die Reduction und Verschlackung schwer re-

ducir- und schmelzbarer Erze möglich zu machen; man ließ die Schmelzung ununterbrochen fortgehen, indem man für größere Flüssigkeit der Schlacke und deren Abfluß durch eine von Zeit zu Zeit gemachte Oeffnung sorgte. So wurde das Eisen als Roheisen und nicht in einem Stück, sondern flüssig gewonnen. Die Reduction schwer reducirbarer Erze, die viel Schlacke geben, wurde dann in erhöheten Blauöfen, in Hohöfen versucht; man zog den Schmelzraum mehr zusammen, und brachte zum steten Abfluß der Schlacken eine Oeffnung an.

Jeder Eisenschmelzofen besteht aus einer äußern Ofenmauer, dem Mantel oder der Rauchmauer, die nicht allein im Innern hohl ist, einen Rauchschacht, sondern an ihrem untern Theile auch mehre Gewölbe (Arbeits- und Blasgewölbe) oder Oeffnungen hat, um zu dem Schachte gelangen zu können. Dieses Rauchgemäuer besteht gewöhnlich aus Bruchsteinen, Quadersteinen oder Ziegelsteinen. In den Rauchschacht wird aus feuerfesten Sand- oder Ziegelsteinen der Kernschacht oder das Schachtfutter eingesetzt, der die Schmelzmaterialien aufnimmt.

Man führt die Oefen entweder an Bergabhängen auf, um dadurch die Schmelzmaterialien leichter zur Gicht, d. h. zu der obern Schachtöffnung, bringen zu können; oder dieselben werden auf geneigten Flächen (Gichtbrücken) oder durch Maschinen (Gichtaufzüge) hinaufgefördert. Ist keine Gießerei mit dem Hohofen verbunden, so braucht das denselben (oder mehre neben einander liegende) umgebende Gebäude nicht sehr groß zu sein; das Gebläse liegt entweder mit in demselben, oder in einem besondern Gebäude (Gebläsehaus, Gebläsekammer).

Der untere Theil der Hohofenschächte, unmittelbar über, vor und unter der Form, d. h. der Oeff-

nung, durch welche die Gebläseluft in den Ofen geführt wird, nennt man das Gestell; es fehlt nur wenigen Hohöfen. Man unterscheidet das Unter- und das Obergestell und nennt ersteres den unter, und letzteres den über der Form liegenden Theil des Gestelles. Mit dem Kernschachte verbindet man dasselbe durch eine mehr oder weniger stark gegen den Horizont geneigte Ebene, die Rast. Das Gestell besteht entweder aus feuerfestem Sandstein oder Thon (Masse).

Die Abbildungen Fig. 1 und 2 Taf. III. stellen einen Blauofen zu Eisenerz in Steyermark, im Längenprofil nach der Linie AB und im Horizontaldurchschnitt im Niveau der Formen, nach CD dar. Der Schmelzraum besteht hier aus Sandstein, der Kernschacht aus Ziegelsteinen; er ist zuweilen doppelt vorhanden und von dem Rauchgemäuer durch eine 6 Zoll starke Füllung von zerschlagenen Ziegeln getrennt, welche den Zweck hat, theils eine Ausdehnung des Mauerwerks in der Hitze zu gestatten, theils auch um die Wärme zusammenzuhalten. Man wendet auch Hohofenschlacken, Asche und andere schlechte Wärmeleiter zur Füllung an oder läßt die Zwischenräume leer, da ruhende Luft ebenfalls ein sehr schlechter Wärmeleiter ist. — In dem untern Theil des Schachts im Arbeitsgewölbe, in der Ofenbrust befindet sich die Stichöffnung A zum Ablassen der Schlacke und des Eisens. Ein Obergestell (d. h. der Theil des Gestelles über der Form) ist nicht vorhanden. Die Formen haben nicht allein die im Grundrisse angedeutete Abweichung in der Richtung, sondern man gibt ihnen auch eine Neigung von 3 — 5° zum Bodenstein. Wie alle süddeutschen und viele andere Hohöfen so ist auch dieser auf der Gicht mit einer 36 Fuß hohen, sich nach oben zu verengenden, in der Abbildung Fig. 1 aber weggelassenen Windmauer

versehen, in welcher sich eine Oeffnung befindet, durch welche man zur Gicht gelangen kann. Der Ofen verschmelzt leichtflüssige und leicht reducirbare Braunerze und erzeugt Spiegeleisen und blumige Flossen. Sowohl unter dem Bodenstein, als auch in den Rauchmauern des Ofens befinden sich Abzüge für die Feuchtigkeit; allein Verankerungen des Gemäuers sind nicht vorhanden, da dasselbe in sich selbst stark genug ist.

Fig. 3 ist das Profil von dem Hohofenschachte zu Königshütte am Harz und gibt zu gleicher Zeit eine Vorstellung von der Gestalt der Harzer Schächte im Allgemeinen. Die Formen haben ein Steigen von 8°. Gestell und Schachtfutter bestehen aus sehr feuerfestem Sandstein; nur der Gichtkranz ist 6 Fuß hoch aus Ziegelsteinen gemauert. Der Hohofen verschmelzt, wie alle andern am Harz, hauptsächlich strengflüssige Roth- und nur wenig Braun- und Thoneisensteine und producirt graues Roheisen, welches vergossen und verfrischt wird. Flache Rasten, denen die Harzer Eisenhüttenleute sehr das Wort reden, ein ganz nahe am Schmelzraum liegender Kohlensack, enge und hohe Gestelle und verhältnißmäßig weite Gichten sind das Eigenthümliche der Harzer Oefen, die sämmtlich mit offener Brust und jetzt größtentheils mit zwei Formen arbeiten.

Fig. 4 und 5 sind die Längenprofile von dem Hohöfen der Gießerei zu Finspang in Schweden, von denen das eine durch die (offene) Vorwand und Rückseite, und das andere durch die Form- und Windseite genommen ist. Im Allgemeinen ist dies die Gestalt aller schwedischen Hohöfen. Die eine Form, denn mehre wendet man in Schweden nicht an, hat eine geringe Neigung in den Heerd. Ein Obergestell ist nur auf der Formseite vorhanden. Die Rauchmauer der beiden neben einander liegenden Hoh-

öfen zu Finspang besteht aus Granit, das Schachtfutter aus Sandsteinquadern, das Gestell und die Gicht aus Ziegelsteinen. Das Rauchgemäuer hat außerdem ein Dach von Eisenblech, um das Wetter von der Gicht abzuhalten, eine für das rauhe Klima des nördlichen Europa sehr lobenswerthe Einrichtung, die auch schon am Harz nachgeahmt worden ist.

In den Fig. 6 und 7 Taf. **III.** ist der Hohofen auf der Kreuzburger Hütte in Oberschlesien, in welchem Sphärosiderit auf zu verfrischendes Roheisen verschmolzen wird. Die Zustellung geschieht mit feuerfester Thonmasse, und nur zum Tümpelstein, Wallstein, und zu den beiden Vorderbacken werden Sandsteine genommen. Ueber die Anfertigung der Massengestelle soll weiter unten das Erforderliche geredet werden. Auf den Zeichnungen sind: a der Wallstein; c die beiden Vorderbacken, alle drei aus Sandstein bestehend; d die Thonmasse für das Gestell; g Ziegelsteinmauerung zur gänzlichen Ausfüllung des Gestellraumes; h Schachtfutter und Rast, aus feuerfesten Ziegelsteinen; m offener Raum zwischen Kern- und Rauchschacht; i Ausfüllung von zerschlagenen Ziegeln und Sand zwischen dem Rauchschacht und der Rauchmauer; k Kanale zur Ableitung der Feuchtigkeit; l eine Sandschicht zur Unterlage für die Gestellmasse; n die Abstichöffnung; o ein Damm von Sand, um die Abstichöffnung zu verschließen; p die eiserne Verankerung des Rauchgemäuers; q die eisernen Tragbalken der beiden Blasgewölbe.

Die beschriebenen Blau- und Hohöfen (Eisenschmelzöfen mit geschlossener und mit offener Brust) werden alle mit Holzkohlen betrieben. Die mit Koaks betriebenen Hohöfen haben, mit wenigen Ausnahmen alle eine offene Brust. Wegen der großen Windmasse, welche sie in der Regel erhalten, kann

man ihnen größere Dimensionen geben; sie haben ebenfalls eine sehr verschiedenartige Construction.

Fig. 1 Taf. IV. zeigt im Längenprofil durch die Form in der Rückseite und durch den Tümpel, und Fig. 2 einen Grundriß im Niveau der Formen, oder nach der Linie E F von einem der Hohöfen auf der Königshütte in Oberschlesien, in welchem ockrige Brauneisensteine aus der Juraformation und Sphärosiderite aus der Steinkohlenformation (in einer leichtflüssigen Beschickung) mit sehr guten, den Backkohlen sich nähernden Sinterkohlen auf zu verfrischendes Roheisen verschmolzen werden. Auf den Zeichnungen bedeuten: a Abzugskanäle für die Feuchtigkeit; a' Gewölbe in dem Fundament des Ofens; b eine Sandschicht zur Unterlage für den Boden des Gestelles; c ein Stück Bodenstein; d die Zustellung aus feuerfester Thonmasse; e der Wallstein; f die Wallsteinplatte; g die Schlackenplatte; h die Schlakkenleiste; i das Tümpeleisen von geschmiedetem Eisen; k das Tümpelblech, oder die gußeiserne Platte zur Verwahrung des Tümpels; l Mauerwerk von feuerfesten Thonziegeln; n Hinterfüllung von Ziegelstückchen; o gußeiserne Tragbalken; p geschmiedete eiserne Reifen; q geschmiedete eiserne Anker; r gegossene Ankerplatten; s die drei kupfernen Formen; t die gegossenen, verbunden durch die ledernen Schläuche u mit dem Windsperrungskasten v, an denen die Kästen w mit den Windmessern angebracht sind: z die beiden Vorheerdleisten; tz gußeiserne platte Straßenschienen, auf welchen die Erz- und Kohlenwägen, die aus Gußeisen und Blech bestehen, über die Gichtöffnung geschoben und dort entleert werden.

Das Beispiel von einem Koakshohofen ohne Obergestell gibt Fig. 1 Taf. II. —

Statt den Kernschacht mit einer Mauer zu umgeben, hat man es, besonders in England, versucht

ihn mit einem gußeisernen Mantel, oder auch nur mit nahe an einander geschobenen geschmiedeten eisernen Reifen zusammenzuhalten. Diese Bauart kann jedoch nur da Berücksichtigung verdienen, wo es mehr darauf ankommt, eine Hohofenanlage rasch und wohlfeil auszuführen, als Kohlen zu ersparen. In England betreibt man hin und wieder einen Ofen auf die Dauer von wenigen Jahren, und wenn er wieder abgeworfen wird, so haben die eisernen Verankerungen immer noch Werth.

Wir wenden uns nun noch zur speciellern Betrachtung der Gestelle und deren Anfertigung, oder der Zustellung. Die Gestellsteine, zu denen feuerbeständige Sandsteine, weil sie sich leicht bearbeiten lassen, am besten sind, müssen sehr trocken, nach der ihnen zukommenden Dossirung bearbeitet sein und müssen glatte Flächen haben, so daß sie vollkommen auf einander passen; auch müssen sie horizontal über einander liegen. Das Gestell muß aus möglichst wenigen, großen Steinen bestehen und nie dürfen zwei derselben neben einander liegen, um alle Fugen so viel als möglich zu vermeiden. — In den Fig. 3 und 4 Taf. IV. ist das Steingestell eines mit Koaks auf zu vergießendes Roheisen betriebenen Hohofens in zwei rechtwinklich auf einander stehenden senkrechten Durchschnitten dargestellt. — Zuerst legt man den Bodenstein l horizontal auf eine Sandschicht, und mittelt dann die Kern- oder Axenlinie des Schachtes aus, damit diese mit der des Gestelles genau zusammenfällt. Dann richtet man zuerst den Rückstein n auf, legt nun die Backenstücke o oder die Steine, welche das Untergestell auf der Form- und Windseite begränzen. Diese Backenstücke bestehen gewöhnlich jedes aus zwei Stücken, und man hat daher zwei Hinter- und zwei Vorderbacken. Erstere müssen, da sie den Formsteinen p zur

Unterlage dienen, genau die Höhe haben, in welcher die Form vom Bodenstein entfernt sein soll; wird mit drei Formen geblasen, so findet dasselbe auch beim Rücksteine statt. In den Formsteinen ist die Oeffnung für die Form eingehauen. Bei einer Form liegt dem Formstein der Windstein gegenüber. Die Rückseite mag nun ganz geschlossen sein, oder sie mag als dritte Formseite, oder auch als zweite Arbeitsseite, wenn ein zweiter Vorheerd, oder wenn an ihr ein Schöpfheerd vorhanden ist, dienen, so muß sie entweder durch einen einzigen Stein, oder durch Aufschichtung mehrer Steine genau die Höhe erhalten, welche dem Gestelle zukommen soll. Auch auf den Form- und Windstein werden dann noch die Gemeinstücke p′, p″ gelegt, um die ganze Höhe des Gestelles zu erlangen. An der nun noch offenen Ofenbrust wird, in der Höhe der Form, auf die beiden vorspringenden und den Vorheerd bildenden Vorderbacken der Tümpel oder Tümpelstein r gelegt. Auf denselben kommen dann ebenfalls noch mehre Gemeinstücke q, q, so daß auf allen vier Seiten des Gestelles die Steine gleich hoch liegen. Der offene Raum, den die beiden Vorderbacken vor dem Tümpel bilden, wird beim Anblasen des Ofens vorn durch den Wall- oder Dammstein l geschlossen, so daß nur von dem Tümpel eine Oeffnung, der Vorheerd m, bleibt. Am Boden des Vorherrdes bleibt im Wallstein an dessen einer Seite die Stichöffnung, durch welche Eisen und Schlacke abgelassen werden. Da der Tümpel durch Einwirkung der Luft und durch das Arbeiten im Gestell mit den Gezähen sehr viel zu leiden hat, so versieht man ihn vorn mit einer gußeisernen Platte s, dem Tümpelblech, die auf dem geschmiedeten Tümpeleisen v, welches quer über den Vorderbacken liegt, ruht. Die äußere Fläche des Wallsteins ist mit dem gußeisernen

Schlackenblech u belegt, und in demselben befinden sich einige Löcher und Leisten zum Einsetzen des Leistenbleches u', zwischen welchem und der Pfeilermauer des Arbeitsgewölbes f das in Sand geformte Gerinne, der Leisten- oder Masselgraben zubereitet wird, der mit der Stichöffnung in Verbindung steht, und das abzulassende Eisen in die Formen rc. leitet.

Die Massengestelle bestehen aus einem sehr sorgfältig durchgearbeiteten und gesiebten Gemenge von feuerfestem Thon und ganz reinem Quarzsand, welches nicht stärker angefeuchtet wird, als daß es so eben zusammenballt. Statt des Quarzsandes kann man auch alte feuerfeste Ziegelstücke oder auch gebrannten Thon dem frischen zusetzen, indem man letztern als Mehl, jene in der Größe von Erbsen anwendet und recht sorgfältig durchmengt. Man findet solche Massengestelle, wie schon bemerkt, an den in Fig. 6 und 7 Taf. **III.** und Fig. 1 und 2 Taf. **IV.** abgebildeten Hohöfen. Vorn am Vorheerd legt man ein Stück Sandstein (c Fig. 7) als Theil des Bodens. An demselben, und mit seiner Oberfläche gleich, wird der Massenboden festgestampft, indem man immer eine 3 — 4 Zoll hohe Schicht aufträgt und die vorhergehende immer wieder aufkratzt, damit eine Verbindung statt findet. Um die Heerdwände zu bilden, werden vorn zwei Sandsteinstücke c Fig. 2 von der Höhe des Untergestelles fest vermauert. Darauf wird ein hölzerner Kasten oder die Chablone, um welche man das Untergestell stampft, eingesetzt. Das Gestell kann eben so leicht rund als viereckig gemacht werden. Ist die Masse bis zur Höhe dieses Kastens in dem Gestellraume festgestampft, so wird zur Bildung des Obergestelles ein zweiter Kasten aufgesetzt, es werden die hölzernen Formen für die Formenöffnungen an den gehörigen Stellen befestigt und zur

Bildung des Tümpels wird ein Sandstein über die Vorderbacken gelegt, oder ein flacher Bogen von feuerfesten Ziegelsteinen, auf einer gußeisernen Platte, darüber gespannt. Nach vollendeter Einstampfung wird auf die gewöhnliche Weise die Rast von Ziegelsteinen aufgeführt und es werden die vordern Theile des Gestelles gebildet. Endlich zieht man die verschiedenen Theile des Kastens theils aus der Gicht-, theils aus der Heerdöffnung, putzt das Gestell aus und überschlichtet es mit dünnem Thonwasser. (S. Karsten's Eisenhüttenkunde, Bd. III. S. 62 ꝛc.).

Oefen mit Obergestell gewähren eine bessere Anwendung des Brennmaterials, als die ohne dasselbe, welche überhaupt ganz unzweckmäßig zu sein scheinen. Soll Roheisen zur Gießerei producirt werden, so sind hohe, soll das Roheisen aber verfrischt werden, so sind niedrige Obergestelle vorzuziehen. — Bei den Bestimmungen der Höhe und der Weite der Gestelle wird man sich vorzüglich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, nach der Menge des Windes, nach der Anzahl der Formen, durch welche derselbe in den Ofen geführt wird, und nach der Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens richten müssen. Holzkohlen aus weichem und schlechtem Holze, so wie sehr schwer entzündbare Koaks, erfordern nothwendig engere und höhere Zustellungen, welche bei großen Windquantitäten, und bei zwei, noch besser bei drei Formen, weiter und niedriger gewählt werden können. Holzkohlen aus derben und festen Holzarten und Koaks aus guten Sinterkohlen, die in Backkohlen übergehen *),

*) Hr. Karsten unterscheidet Sandkohlen, Sinterkohlen und Backkohlen; die ersten sind nach dem Verkohlen oder Verkoaken ganz so, wie sie vorher waren, ohne zusammenzukleben; die zweiten kleben beim Verkohlen zusammen, sie fritten, die dritten geben eine schaumige aufgequollene Masse.

machen eine weitere und niedrigere Zustellung zulässig. Weißes (und übrigens gaares oder bei vollständiger Reduction des Erzes erzeugtes) Roheisen läßt sich bei sehr engen und hohen Gestellen kaum anhaltend darstellen; eben so wenig wird es aber gelingen, graues Roheisen bei sehr niedrigen und weiten Zustellungen zu erzeugen, wenn auch die Reduction des Erzes ganz vollständig statt finden mag. Der Gaargang eines Ofens d. h. die vollständige Reduction des Erzes, ist von den Demensionen des Gestelles allein nicht abhängig, sondern er wird durch die Temperatur im Ofen überhaupt, also vorzüglich durch das Verhältniß der Beschickung zu den Kohlen bedingt. Einen großen Einfluß dabei haben außerdem noch die Höhe und Weite des Schachtes, so wie das Verhältniß dieser beiden Dimensionen zu einander, in Verbindung mit der Quantität des zugeführten Windes.

Erweitert sich das Gestell, nach Maßgabe der geringern oder größern Feuerbeständigkeit der Gestellmassen und des Einflusses übel gewählter Beschickungen früher oder später zu sehr, so läßt sich die Schmelzhitze nicht mehr concentriren und soll dann noch eine vollständige Reduction des Erzes und eine reine Scheidung des Eisens von der Schlacke erfolgen, so muß der Erzsatz vermindert, oder bei schwer entzündlichen Koaks das Gebläße sehr verstärkt werden, und es ist dann besser, den Betrieb einzustellen, oder den Ofen auszublasen.

Betrieb der Oefen zum Schmelzen der Eisenerze.

Nach erfolgter Zustellung muß der Ofen zuerst mit Sorgfalt abgewärmt werden. Würde der Schacht nud der Gestellraum plötzlich erhitzt, so wäre ein Zerspringen des Gemäuers unvermeidlich. Man überzieht die Gestellwände deshalb wohl mit einem leichtflüssigen

Gemenge von fein gepulvertem Kalk, Hohofenschlakken und Frischschlacke, woraus man mit Wasser einen dünnen Brei macht und ihn mit einem Pinsel etwa 2 Linien stark aufträgt. Das Gestell erhält dadurch beim Abwärmen einen glasartigen Ueberzug. Beim Abwärmen wird zuerst ein schwaches Feuer vor der Ofenbrust angemacht, so daß die erhitzte Luft durch den Ofenschacht zieht. Darauf wird der ganze Schacht durch die Gicht mit Kohlen angefüllt und diese von oben angezündet, oder was besser ist, man stürzt eine 4 — 6 Fuß hohe Schicht ein, läßt diese erst bei sehr schwachem Luftzuge von unten und bei mit Platten bedeckter Gicht durchbrennen und schüttet dann eine zweite Schicht auf und so fort, bis der ganze Ofen angefüllt ist. Dieses vorsichtigere Abwärmen ist besonders bei neuen Schächten nöthig. Ist auf diese Weise der Ofen gehörig abgewärmt, welche Operation nach der Größe der Oefen und ob sie einen neuen Schacht oder nur ein neues Gestell erhalten haben, längere oder kürzere Zeit dauert, so werden möglichst leichtflüssige und kleine Erzgichten aufgegeben, die man nach und nach immer größer macht. Zeigen sich die ersten Spuren von dem Erz (von den sogenannten stillen Gichten*)) im Gestell, so wird der Boden gereinigt, der Wallstein vorgebracht, die Abstichöffnung mit schwerem Gestübbe (einem Gemenge aus Lehm und Kohlenklein) und bei Blauöfen der obere Theil der Abstichöffnung mit Thonsteinen geschlossen, so daß nur unten am Boden eine Oeffnung zum Ablassen der Schlacke und des Eisens bleibt; es werden ferner die Formen eingesetzt, die

*) **Gicht** hat eine doppelte Bedeutung; einmal versteht man darunter den obern Theil und die Oeffnung der Oefen, in welche Erze und Brennmaterial in denselben gebracht werden und zweitens die Quantität von Erz und Brennmaterial, die auf einmal aufgegeben wird.

Düsen eingelegt und es wird das Gebläse erst langsam angelassen, um bei dem geringen Erzsatze keine so starke Hitze zu erzeugen und die Gestellmasse nicht zu sehr anzugreifen. Erst nach und nach verstärkt man das Gebläse und die erhitzte Luft wendet man erst dann an, wenn der Ofen mehre Wochen in vollem Betrieb gewesen ist, ebenfalls um das Gestell auf einmal nicht zu stark anzugreifen.

Die Arbeiten bei den Blau- und bei den Hohöfen sind ziemlich übereinstimmend. Sie beschränken sich darauf, den in der Gichtöffnung durch das Niedersinken der Schichten entstandenen Raum immer wieder mit neuen Kohlen- und Erzgichten anzufüllen, und das Gestell von den Schlackenansätzen rein zu halten. Bei den Blauöfen geschieht dies Reinigen gewöhnlich beim Abstechen selbst, indem alsdann Roheisen und Schlacken gleichzeitig abgelassen werden. Weniger oft wird die Schlacke allein aus einer höher gelegenen Stichöffnung abgelassen. Bei den Oefen mit offner Brust tritt die Schlacke unter dem Tümpel in den Vorheerd, und dient hier ebenfalls als eine Decke für das Roheisen. Die Schlacke wird entweder abgezogen, oder man läßt sie von selbst über den Wallstein laufen, der in diesem Falle etwas niediger liegt, als in jenem. Beim freiwilligen Abfluß ist die Schlacke reiner, d. h. sie enthält weniger Eisenkörner mechanisch eingemengt.

Bei Holzkohlenhohöfen und überhaupt bei leichtflüssigen Beschickungen ist das Reinigen des Gestelles keine schwere Arbeit, wie es dagegen bei den Koakshohöfen der Fall ist, besonders wenn bei hohen und engen Zustellungen und aus strengflüssigen Beschikkungen ein hitziges graues Roheisen für den Gießereibetrieb producirt wird. Man ist dann genöthigt, alle 6 Stunden oder sogar noch öfter, das Gestell von den sich ansetzenden Schlacken, die durch die Koaks-

lösche noch unzerstörbarer geworden sind, vermittelst langer Brechstangen zu befreien. Bei der Anwendung von erhitzter Gebläseluft sind diese Arbeiten im Gestell weit leichter, und es setzt sich dann auch kaum einmal eine Nase, d. h. eine Masse von Schlacke und von Frischeisen um die Formöffnung an, indem diese von dem kalten Luftstrom herrührt und immer abgestoßen werden muß.

Der erste Abstich erfolgt nach 1 — 3 Tagen und gibt, so wie einige folgende bei Koakshohöfen, selbst bei dem geringsten Ersatz, häufig ein weißes Roheisen, da die Ofenmauern immer noch eine bedeutende Wärmemenge absorbiren. In den ersten 14 Tagen muß man daher mit dem Erzsatz nur sehr langsam steigen und ihn nur dann verstärken, wenn Anzeigen eines sehr gaaren Ganges vorhanden sind, da man sonst eine Versetzung und ein gänzliches Ersticken des Ofens und ein Einstellen des Betriebes veranlassen könnte. Endlich gelangt man zum höchsten Satz, den die Kohlen tragen können und der beim Betrieb mit erhitzter Luft höher als bei dem mit Wind von gewöhnlicher Temperatur ist. Man sucht diesen Gang dann zu erhalten und vermeidet ein Uebersetzen des Ofens, oder einen *scharfen*, ungaaren Gang, wenn man nicht absichtlich weißes Roheisen mit geringem Kohlengehalt erzeugen will, welches jedoch nur in niedern Holzkohlenhohöfen geschieht, bei denen eine kurze Unterbrechung des Betriebs keine so üble Folgen haben kann, als bei sehr großen und besonders bei Steinkohlen- und Koakshohöfen.

Die Kohlengichten bleiben sich stets gleich, die Erzgichten aber müssen wegen des verschiedenen Feuchtigkeitszustandes der Kohlen und der Erze, wegen der nach und nach erfolgenden Erweiterungen des Schmelzraums, wegen schadhafter Stellen am Schacht und an der Rast, wegen ungleichen Effects der Gebläse,

welcher in verschiedenen Umständen seinen Grund haben kann, wegen Nachlässigkeit der Arbeiter und anderer Zufälligkeiten häufig vermindert werden, um stets Roheisen von einerlei Beschaffenheit zu erzeugen, den Ofen in gleicher Hitze zu erhalten und Versetzungen zu verhüten. Häufig sind die Umstände, welche eine Verminderung des Erzsatzes nöthig machen, nur vorübergehend, und dann läßt sich der Erzsatz mit Vorsicht wieder erhöhen. Große Oefen sind diesen Veränderungen weniger ausgesetzt als kleinere. — Holzkohlen und rohe Steinkohlen müssen in möglichst trocknem Zustande angewendet werden. Die Koaks zieht man, wenn es möglich ist, kurz vor dem Aufgeben aus den Meilern.

Die Brennmaterialien werden nach dem Volumen aufgegeben, da das Gewicht ein zu wenig zuverlässiges Anhalten gewährt, obgleich größere Stücke die Räume weniger vollständig ausfüllen, als kleine und die Kohlenmaße auch nicht einerlei Werth behalten. Das Aufgeben der Brennmaterialien geschieht entweder durch einrädrige, mit einem geflochtenem Korbe, oder mit einem hölzernen Kasten versehene Karren, oder durch eisenblecherne Gichtfässer, die auf einem einfachen eisernen Gestell mit vier gußeisernen Rädern stehen, auf eisernen Straßenschienen über die Gicht gefahren und dort durch Oeffnen des Bodens, mittelst eines einfachen Mechanismus, entleert werden. Körbe oder Schwingen, deren Inhalt man mit den Händen über der Gicht ausschüttet, werden nur höchstens noch bei kleinen Oefen angewendet. Die Menge der zu einer Gicht angewendeten Kohlen hängt vorzüglich von der Weite der Oefen ab. Sehr große Kohlengichten können nur den Nachtheil haben, daß sie den obern Theil des Schachtes zu sehr abkühlen, welches beim Verschmelzen zinkischer Erze das Ansetzen des sogenannten Ofenbruchs zu sehr befördert. Bei erhitztem Winde ist diese Abkühlung nicht leicht zu befürchten, weshalb man dabei um so unbedenklicher große Kohlengichten anwenden kann.

Sehr kleine Gichten dagegen veranlassen aber das Durchlaufen oder Durchdrücken der Erzgichten, so daß ein ungleichförmiger Gang des Ofens entsteht, der bei strengflüssigen Beschickungen leicht gefährlich werden kann. Je weiter die Schächte sind, ferner bei leicht zerdrückbaren Kohlen, bei mulmigen und dicht liegenden Erzen müssen große Kohlengichten angewendet werden. Bei 30 — 40 Fuß hohen und im Kohlensack 5 — 8 Fuß weiten Oefen wendet man Kohlengichten von 20 — 30 Kubikfuß; bei weitern Oefen solche von 40 — 80 Kubikfuß an. Bei der Anwendung von Steinkohlen und Koaks werden, bei 40 Fuß hohen und im Kohlensack 10 — 12 Fuß weiten Schichten, Gichten von 20 — 30 Kubikfuß genügen; höhern und weitern Schichten können Gichten von 40 — 60 Kubikfuß zugetheilt werden.

Unmittelbar nach der Kohlengicht wird die Erzgicht aufgegeben. Bei kleinern Oefen geschieht dies mit Schaufeln und hölzernen Trögen oder Kästen, bei größern aber mit Luftkarren oder mit eisernen Gichtfässern, die ein bestimmtes Maß oder Gewicht enthalten. Das Aufgeben der Erzgichten nach dem Volumen ist sehr verwerflich; am besten ist es, das tarirte und mit Erz angefüllte Aufgebegefäß vor dem Aufgeben mit einer Schnellwage abzuwiegen, und nach dem Ergebniß des Abwiegens mehr Erz hinzufügen, oder soviel davon wegzunehmen, als zufällig zuviel davon in das Gefäß geschüttet worden ist. Auch ist beim Aufgeben der Gichten dahin zu sehen, daß der Ofen stets gefüllt gehalten werde und daß man die Schichten nicht tiefer niedergehen läßt, als der zu einer Kohlen- und Erzgicht erforderliche Raum beträgt.

Die Anzahl der Gichten, die in einer bestimmten Zeit niedergeschmolzen werden, hängt im Allgemeinen von der Menge des dem Ofen zugeführten Windes

ab. Eine große Windmenge, besonders wenn dieselbe bis zur Temperatur des geschmolzenen Bleies erhitzt ist, trägt aber auch außerdem zur vortheilhaftern Kohlenbenutzung bei, und ist dies besonders der Fall, wenn der Wind den Ofen durch 3 Formen zugeführt wird.

Die Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens hängt bei übrigens gleichen Umständen ganz allein von dem Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht ab, weil dadurch die Temperatur bestimmt wird. Bei erhitzter Gebläseluft kann dieselbe Kohlengicht einen weit höhern Erzsatz tragen, als bei gewöhnlicher Temperatur und zwar steigt die Größe der Erzgichte bei gleichbleibendem Product mit der Temperatur. Der Schmelzgang, bei welchem durch einen zu hohen Erzsatz, folglich durch unvollständige Reduction des Erzes, weißes Roheisen mit einem geringen Kohlengehalt entsteht, heißt ein scharfer, roher oder übersetzter Gang. Ein gaarer Gang ist überhaupt derjenige, bei welchem eine vollständige Reduction statt findet. Jedoch gibt es davon mehre Abstufungen, die theils von der Temperatur im Ofen überhaupt, theils von der Zustellung abhängig sind. Der Gaargang, bei welchem das Spiegeleisen, und bei einer nicht ganz leichtflüssigen Beschickung und engen Zustellung, sehr leicht graues Roheisen mit großem Graphitgehalt entsteht, ist wesentlich von demjenigen verschieden, der durch strengflüssige Beschikkungen und durch hohe und enge Gestelle veranlaßt und bei welchem das dunkel-, fast schwarzgraue Roheisen erzeugt wird, welches unter allen grauen Roheisenarten am wenigsten Graphit enthält und dabei sehr strengflüssig ist. Weißes Roheisen mit geringem Kohlengehalt, sogenanntes grelles oder übersetztes Roheisen, kann man nur in niedrigen Oefen mit weiten Gestellen, bei leichtflüssigen Beschickungen, darstellen; bei hohen Oefen und engen Gestellen würde ein solcher

Gang Versetzungen veranlassen, und man muß bei denselben stets einen solchen Erzsatz wählen, daß wenigstens weißes gaares Roheisen entsteht. Bei der Erzeugung von grauem Roheisen muß der Erzsatz stets so eingerichtet sein, daß die Kohlen noch einen stärkern vertragen können, damit der Ofen durch zufällige Umstände nicht sogleich abgekühlt werde.

Obgleich durch das Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht die Temperatur im Ofen und dadurch wieder die Beschaffenheit des Roheisens bestimmt wird, so ist dies doch nur für eine bestimmte Beschaffenheit der Wirkung der Fall. Aendert man die Beschickung, so wird sie entweder leicht- oder strengflüssiger werden und es müssen dann, um dieselbe Roheisenart darzustellen, ganz andere Verhältnisse des Erzsatzes zur Kohlengicht eintreten. Bei sehr leichtflüssigen und dabei schwer reducirbaren Erzen ist es kaum möglich, weißes Spiegel- und graues Roheisen darzustellen; eben so wird bei sehr strengflüssigen Beschickungen zwar grelles aber kein Spiegelroheisen und graues nur bei engen und hohen Zustellungen und bei einer außerordentlich unvortheilhaften Benutzung der Kohlen möglich sein. Daraus ergibt sich der Einfluß der zu leicht- und der zu strengflüssigen Beschickungen auf die Art des darzustellenden Roheisens, und besonders auf die mehr oder weniger vortheilhafte Benutzung der Kohlen. Eine gute und gehörig leichtflüssige Beschickung gestattet zum Vortheile des Kohlenverbrauchs die Anwendung höherer und engerer Gestelle, ohne die Entstehung eines zu sehr entkohlten, strengflüssigen, grauen Roheisens befürchten zu müssen. Strengflüssige Beschickungen lassen sich ohne große Gefahr bei weiten Zustellungen gar nicht verschmelzen; bei engen und hohen Zustellungen erfolgt nur graues Roheisen mit geringerm Kohlegehalt, welches nur zum

Vergießen brauchbar ist und wobei immer eine unvortheilhafte Benutzung der Kohlen statt findet.

Kann man durch eine angemessene Gattirung verschiedener Erze zugleich eine günstige Beschickung erhalten, so ist dies weit vortheilhafter, als wenn den Erzen taube Zuschläge beigegeben werden müssen. Die Beschaffenheit der Zuschläge ist zwar von der Natur der Erze abhängig, aber das günstigste Verhältniß läßt sich nur durch Versuche und Probeschmelzen ausmitteln. Es ist aber einleuchtend, daß dasjenige Verhältniß das vortheilhafteste sein muß, bei welchem die Kohlen den höchsten Erzsatz bei einem vollkommenen Gaargange des Ofens tragen können.

Für ein bestimmtes Eisenerz, für einen bestimmten Ofen und für eine bestimmte Windführung hat man ein sehr gutes empirisches Mittel, diejenige Beschikkung zu finden, bei welcher die Kohlen den stärksten Erzsatz, bei einem gaaren Gange des Ofens, zu tragen vermögen. Dieses Mittel besteht darin, mit dem Zusatze des Zuschlages (in sofern das Maximum nicht schon erreicht ist) so lange zu steigen, als man den Erzsatz noch verstärken kann, ohne die Temperatur des Ofens unter diejenige fallen zu lassen, in welcher noch vollkommen gaares Roheisen, d. h. ein graues Roheisen übergehendes Spiegelroheisen erfolgt. Hat man das Maximum des Zuschlags, oder diejenige Beschickung, welche für jedes angegebene Erz bei einem Gaargange des Ofens die leichtflüssigste ist, durch einen Versuch im Großen ausgemittelt, so wird man den Erzsatz etwas vermindern können, wenn man die Darstellung eines zwar sehr grauen, aber für den Frischprozeß unter allen Roheisenarten, die sich aus dem zu verschmelzenden Erze darstellen lassen, am mehrsten geeigneten Roheisens beabsichtigt. Soll aber graues Roheisen mit gerin-

gerem Kohlegehalt für die Gießerei erzeugt werden, so muß man das Verhältniß des Zuschlags vermindern oder auch vergrößern, um die Beschickung strengflüssiger einzurichten. Bei dem Verschmelzen von Eisenerzen, welche immer eine und dieselbe Zusammensetzung behalten, hat man die Menge des Zuschlags durch vieljährige Erfahrungen ziemlich genau kennen gelernt. Dagegen würde man bei Erzen, deren Verhalten beim Verschmelzen im Großen noch unbekannt ist, das Verhältniß des Zuschlags durch Versuche ausmitteln müssen. Die sogenannten Beschickungsproben geben eben so wenig ein bestimmtes Anhalten wie die chemische Analyse der Hohofenschlacken.

Nach den bis jetzt erlangten, jedoch noch sehr ungenügenden Erfahrungen kann bei dem Hohofenbetrieb mit erhitzter Gebläseluft der Erzsatz bei gleichen Kohlengichten beim Betriebe mit kalter Luft bedeutend erhöht und die Beschickung kann strengflüssiger gemacht, es braucht wenigstens nicht so viel — gewöhnlich unhaltiger — Fluß zugesetzt zu werden. Das Roheisen ist flüssiger, zeigt nicht so viel Graphit, bei einem übrigens gaaren Gange, ist bei weitem geeigneter zur Gießerei und sehr haltbar. Die Schlacken sind flüssiger, besser verglast und reiner als beim Betriebe mit kalter Luft; die Formen sind stets hell. Siehe das zweite Heft meiner kleinen Schrift: Ueber den Betrieb mit erhitzter Gebläseluft, Quedlinburg 1835. Es muß jedoch bemerkt werden, daß man die Gebläseluft erst dann erhitzen muß, wenn der Ofen schon einige Zeit mit kalter Luft betrieben ist und Gestell und Schacht gehörig nach und nach ausgewärmt worden sind.

Wenn so viele Gichten niedergegangen sind, daß sich das Untergestell oder der Heerd mit flüssigem Roheisen angefüllt hat, und daß nur noch wenig

Raum zwischen der Oberfläche des Roheisens und zwischen den Formöffnungen für die Schlacke übrig bleibt, so muß zum Abstechen geschritten werden. Bei den Blauöfen, deren Untergestell einen geringern räumlichen Inhalt hat, sticht man zuweilen alle 2 bis 3 Stunden ab. Der Abstich wird so tief als möglich beim Bodenstein geöffnet, und nach dem erfolgten Ausfließen des Ofens und der Schlacke wieder mit schwerem Gestübbe (einem Gemenge aus Lehm und Kohlenklein) verschlossen. Während des Abstechens wird entweder das Gebläse eingestellt, oder die Formöffnung wird durch ein Blech, oder durch einen, an einem Stock sitzenden Strohwisch zugesetzt, so daß kein Wind in den Schmelzraum gelangen kann. Die auf dem Roheisen befindliche Schlacke wird durch Begießen mit Wasser zum Erstarren gebracht, mit eisernen Krücken vom Roheisen abgezogen, und wegen der beigemengten Roheisenkörner gewöhnlich ins Pochwerk gebracht. So ist in der Regel das Verfahren, wenn Roheisen von einem absichtlich gewählten scharfen, oder auch von einem Gange, bei welchem gaares, weißes Roheisen erfolgt, erblasen wird. Weil dieses Eisen sehr schnell erstarrt, so wird es oft nicht in besondere Sandformen geleitet, sondern es breitet sich unmittelbar vor der Stichöffnung in der Gestalt unförmlicher, kuchenartiger Scheiben aus, weshalb es auch Scheibeneisen genannt wird. Das Hartfloß (Spiegelroheisen, blumiges Floß) ist schon flüssiger und läßt sich schon in Sandformen leiten, die zur Aufnahme desselben, vor dem Abstechen, angefertigt werden. Aber das Weichfloß (lukkige Floßen), welches bei einem sehr übersetzten Gange aus sehr leichtflüssigen Beschickungen, und bei weiten Zustellungen in sehr niedrigen Oefen absichtlich dargestellt wird, ist so strengflüssig, daß es schon breiartig wird, und

sich mehr aus der Stichöffnung wälzt, als herausfließt. Es zeigt beim Austreten aus dem Ofen eine weiße Farbe, und wirft vor dem plötzlich eintretenden Erstarren viele Funken mit Geräusch um sich her. Auch das Hartfloß erstarrt sehr bald mit Funkensprühen und mit einer rauhen Oberfläche. Das sogenannte halbirte Roheisen tritt mit einer röthlichen Farbe aus der Abstichöffnung, und erstarrt langsamer als das eigentliche Hartfloß, wobei die Oberfläche des erstarrten Roheisens ganz eben bleibt. Noch mehr roth gefärbt, aber wie mit einem dünnen Häutchen bedeckt, erscheint das graue Roheisen von leichtflüssigen und leicht reducirbaren Beschickungen. Es fließt hitzig und dünn, und erstarrt in den Sandformen zuweilen mit konkaver Oberfläche, weil die Ränder früher erkalten, als das Eisen in der Mitte der Formen. Es läßt sich sehr weit von der Abstichöffnung wegleiten, ist aber zum Weißwerden durch plötzliche Erstarrung sehr geneigt. Deshalb wird es auf einigen Hütten auch absichtlich in weißes gaares Roheisen umgeändert, entweder dadurch, daß man es in Sand- oder besser in Roheisenformen leitet, und Wasser darüber gießt, oder durch besonders dazu eingerichtete Wasserleitungen schnell zum Erstarren bringt; oder dadurch, daß man es in eine Grube leitet, welche nahe bei der Abstichöffnung auf der Hüttensohle in Sand geformt ist, und die Oberfläche des von der Schlacke gereinigten Eisens mit Wasser begießt, wodurch es sich scheibenweise abheben läßt. Man nennt diese Arbeit das Blattlheben oder das Scheibenreißen. Das bei strengflüssigen Beschickungen und engen Zustellungen erblasene graue Roheisen hat beim Fließen eine blendend weiße Farbe mit röthlichem Lichte; auf der Oberfläche bewegen sich Sternchen oder Häutchen mit einer großen Geschwindigkeit, und diese Bewegung dauert bis zum

gänzlichen Erstarren der Oberfläche fort. Das Eisen fließt sehr hitzig und dünn, so daß es die Formen vollkommen ausfüllt. Durch plötzliches Erstarren wird es nur wenig verändert, weil es unter allen Roheisenarten diejenige ist, welche zwar am dünnsten fließt, aber den Uebergang aus dem flüssigen in den starren Zustand, und umgekehrt, ganz plötzlich bewirkt, ohne vorher in den breiartig erweichten Zustand überzugehen, welches eine Eigenschaft alles in niedrigern Temperaturgraden erblasenen Roheisens ist.

Bei den Oefen mit offener Brust, welche in dem geräumigern Untergestell größere Quantitäten Eisen fassen können, pflegt der Abstich regelmäßig alle 12, 18 oder 24 Stunden statt zu finden. Vor und nach dem Abstechen wird die Reinigung des ganzen Untergestelles, besonders des Vorheerdes vorgenommen. Die Stichöffnungen müssen mit großer Vorsicht behandelt, und jedesmal nach dem Abstiche von aller Schlackenmasse, vorzüglich aber auch von dem etwa zurückgebliebenen Eisen gereinigt werden. Unterbleibt diese Vorsicht, so kommt man oft in Gefahr, den Stich mit Zeitverlust und Anstrengung aufhauen zu müssen. Aber das sorgfältige und feste Verschließen mit schwerem Gestübbe ist auch nothwendig, damit der Stich durch den Druck des vorliegenden Eisens nicht ausreißt.

Dieses regelmäßige Abstechen des Roheisens kann aber nur dann statt finden, wenn es zum Verfrischen oder zum Umschmelzen bestimmt ist. Wird dagegen ein Hohofen zur Gießerei betrieben, so muß sich der Abstich nach den Bedürfnissen derselben richten. Ein häufiges und unregelmäßiges Abstechen würde nicht allein sehr störend für den Betrieb, sondern auch sehr umständlich sein, weshalb solche Oefen gewöhnlich nur selten oder gar nicht abgestochen

werden, sondern man das Eisen mit eisernen, mit Lehm überzogenen und vorher stark erwärmten Gießkellen aus dem Ofen schöpft. Soll geschöpft werden, so wird der Windstrom unterbrochen, der Vorheerd wird von Schlacke gereinigt, oder dieselbe gegen den Tümpel gedrückt, und das Eisen mit der Kelle herausgeholt. Jedoch darf der Heerd nie gänzlich vom Eisen entleert werden, damit keine Schlacke an dem Boden hängen bleibt. Darauf wird der Heerd nebst der Form gereinigt, der Vorheerd mit glühenden Kohlen aus dem Hintergestell bedeckt, mit Gestübbe geschlossen und das Gebläse wieder zugelassen. — Bei großen Oefen ist das Schöpfen sehr umständlich und die Störung des Betriebes noch nachtheiliger, als bei kleinern. Stets geht auch dabei sehr viel Eisen mechanisch in der Schlacke verloren, so daß die Betriebsresultate eines solchen Hohofens gegen die eines regelmäßig betriebenen sehr zurückstehen.

Man hat daher verschiedene Mittel zur Abhilfe dieser Nachtheile anzuwenden gesucht. Um die Schlacke zurückzuhalten und um möglichst reines Eisen auszuschöpfen, senkt man in Rußland gußeiserne, mit Lehm überzogene Kränze von ohngefähr 1 Fuß Höhe in den Vorheerd ein, und schöpft aus dem auf diese Weise umschlossenen Raume das Roheisen aus, ohne durch die Schlacke behindert zu werden. — Um aber den Hohofenbetrieb gar nicht zu stören, wendet man die sogenannten Schöpfheerde an, von denen die gewöhnliche Einrichtung in Fig. 5, Taf. IV. im Profil und in Fig. 6 im Grundriß dargestellt ist. d ist der Vorheerd des mit Masse zugestellten Hohofens, c der ganz vorn an demselben befindliche Schöpfheerd, mit jenem durch den Kanal b in der Mittelwand a verbunden, so daß das Eisen ohne Schlacke in den Vorheerd gelangt. Die Kommuni-

kationsöffnung ist 4 Zoll breit und 5 Zoll hoch; enger darf sie nicht sein, weil sie sich sonst leicht verstopfen, und das Eisen zu matt in den Schöpfheerd gelangen würde. Diese Einrichtung paßt jedoch nur für ein sehr hitziges Eisen; wo dies nicht ist, muß der Kanal viel weiter und höher gemacht werden, so daß auch Schlacke in den Schöpfheerd gelangt und eine Decke über dem, in demselben befindlichen Roheisen bilden kann. Es ist dann überhaupt am besten, den Schöpfheerd als einen Flügel des Vorheerdes anzusehen, weil man alsdann noch den Vortheil erlangt, recht viel Eisen im Heerde halten zu können. Das Eisen muß erst dann in den Schöpfheerd treten, wenn der Hohofen in einem guten gaaren Betriebe ist; bis dahin muß der Kanal b mit einem mit Lehm überzogenen Stück Holz verstopft werden. Das Holz verkohlt und kann dann leicht herausgestoßen werden, wenn der Schöpfheerd gebraucht werden soll.

Wo es die Localität gestattet, bringt man auch wohl den Schöpfheerd als Verlängerung des Hintergestells an, so daß die Hinterwand einen zweiten Tümpel hat und der eigentliche Vorheerd nur zu den Arbeiten im Gestell dient.

Nie darf das Eisen zu lange im Gestell gehalten werden, indem es alsdann dick wird, sich entfärbt und zu entkohlen anfängt. Besonders ist es bei Koakshohöfen sehr nachtheilig, weil dann durch Abkühlen und Steifwerden der Schlacke eine Versetzung des Gestelles zu befürchten ist.

Die Vorzüge hoher und weiter Hohöfen mit kräftigen Gebläsen, vor niedrigen und engen, die wenig Wind enthalten, sind durch die Erfahrung auf das Bestimmteste erwiesen. Eben so gestatten auch die engern und dabei nicht zu langsam sich erweiternden Zustellungen eine ungleich vortheilhaftere Be-

nutzung des Brennmaterials, als die weiten Gestelle, weil die Hitze mehr koncentrirt und gleichmäßiger nach oben verbreitet wird. Nur muß bei so hohen und weiten Schächten, hohen und engen Zustellungen immer auf einen guten Gaargang gesehen werden, aus Gründen, die schon weiter oben dargelegt worden sind.

Man hat verschiedene Kennzeichen, aus denen sich der Gang des Ofens beurtheilen läßt. Diese sind von der Gichtflamme, von dem Gichtengange selbst, ob derselbe ruckweise oder regelmäßig, oder, bei gleichbleibender Windführung, ungewöhnlich schneller oder langsamer erfolgt, besonders aber von der Beschaffenheit des Roheisens selbst, in Verbindung mit dem Verhalten der Schlacke hergenommen. Sehr flüssige, aber schnell erstarrende Schlacke von dunkelbrauner oder schwarzer Farbe deutet auf einen rohen Gang, oder auf leichtflüssige und dabei schwer reducirbare Beschickungen. Licht gefärbte Schlacken, ohne Beimischung von Braun und Schwarz, verbunden mit einer großen Flüssigkeit, zeigen leichtflüssige Beschickungen zu einem Gaargang des Ofens an, bei welchem Spiegelroheisen zu entstehen pflegt. Lichte Schlacken von teigartiger Konsistenz, die langsam erstarren und nach dem Erkalten eine glasartige Beschaffenheit haben, fallen bei der Production von grauem Roheisen mit großem Kohlegehalt, aus einer leichtflüssigen Beschickung erblasen. Lichte Schlakken von teigiger Konsistenz, die bald erhärten, und dabei eine emailartige, oder gar eine steinartige Masse bilden, entstehen bei einem sehr gaaren Gange des Ofens, bei welchem Roheisen mit geringem Kohlegehalt aus strengflüssigen Beschickungen erfolgt. Ein solcher Gang kann, besonders bei Koakshohöfen, leicht sehr gefährlich werden. Licht gefärbte Schlakken von teigartiger Konsistenz, die nach dem Erstar-

ren glasig sind und in der Mitte einen steinartigen Kern haben, deuten auf einen sehr guten und hitzigen Gaargang, bei welchem graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, aber aus strengflüssigen Beschickungen, erblasen wird. Ein solcher Gang fordert zur Vorsicht auf. Bunte Schlacken zeigen von einem unregelmäßigen Gichtengang. — Alle diese Kennzeichen und Verhältnisse beziehen sich auf den Hohofenbetrieb mit Wind von gewöhnlicher Temperatur; über den Hohofenbetrieb mit erhitzter Gebläseluft haben wir noch zu wenige Erfahrungen, um die allgemeinen Kennzeichen davon jetzt schon angeben zu können.

Ist der Schmelzraum im Ofen so sehr erweitert, daß sich die verlangte Roheisenart nur mit einem großen Kohlenaufwande darstellen läßt, oder treten andere Umstände ein, die das Einstellen des Betriebes erfordern, so schreitet man zum Ausblasen des Ofens. Es hört dann das Setzen der Erzgichten auf, es erfolgen zuletzt noch 4—6 leere (d. h. bloße Kohlen-) Gichten, mit denen man die Schmelzsäule ganz niedergehen läßt, und das Gebläse in Stillstand setzt, sobald die leeren Gichten einrücken, damit der Ofen langsam erkalten kann. Auf dem Bodenstein bleibt eine mehr oder minder bedeutende, mit demselben verwachsene, halbgefrischte Eisenmasse zurück. Nach dem Ausbrechen des Schmelzraumes erfolgt eine neue Zustellung, so wie eine Reparatur der Rast und der schadhaften Stellen des Schachtes. Wie lange der ununterbrochene Betrieb eines Ofens, oder eine Campagne desselben dauert, ist unbestimmt, und richtet sich theils nach dem Gange des Ofens, theils nach der Feuerbeständigkeit der Materialien, aus denen Schacht, Rast und Gestell angefertigt sind. Mit Holzkohlen betriebene Oefen, die leichtflüssige und leicht reducirbare Erze auf gaares weißes oder

graues Roheisen verschmelzen, halten länger, als mit Koaks betriebene, besonders wenn sie strengflüssige Beschickungen verschmelzen; der Rohgang greift den Ofen mehr an, als der regelmäßige Gaargang.

Wenn ein Ofen wegen Mangel an Schmelzmaterialien, wegen Mangel an Betriebskraft für das Gebläse, wegen nöthiger Reparaturen desselben u. s. w. einige Zeit außer Betrieb gesetzt werden muß, so dämpft man ihn. Zu dem Ende werden die Form- und die Heerdöffnungen dicht verschlossen und die Gicht wird bedeckt, so daß die in ihr durch das Zusammensinken der Schmelzmassen entstehenden leeren Räume immer wieder mit Kohlen ausgefüllt werden können. Auf solche Weise läßt sich der Ofen mehrere Tage, ja selbst einige Wochen erhalten. Soll er auf längere Zeit gedämpft werden, so gibt man so viel leere Kohlengichten auf, bis daß der ganze Schacht gänzlich mit Kohlen gefüllt ist; dann stellt man das Gebläse ein, reinigt das Gestell von Eisen und Schlacke, verschließt alle Oeffnungen und gibt durch die übrigens bedeckte Gicht von Zeit zu Zeit Kohlen nach und reinigt den Heerd von der sich bildenden Schlacke. Auf solche Weise kann der Ofen Monate lang gedämpft stehen und zu jeder Zeit wieder rasch in Betrieb gesetzt werden.

Die von dem Wallstein abfließende Schlacke ist von mechanisch eingemengten Eisenkörnern ganz rein, wogegen aber diejenige Schlacke, welche abgeworfen wird und die an den Schöpfkellen hängen bleibt, mehr oder minder reich an Eisenkörnern ist. Diese werden in den Schlackenpochwerken gewonnen, indem die Schlacke durch die Pochstempel zerstampft, und das leichtere Pochmehl von den schweren Eisenkörnern, dem sogenannten Wascheisen, durch fließendes Wasser getrennt werden.

Ueber den zur Erzeugung einer gewissen Quantität Roheisen erforderlichen Aufwand an Holzkohlen, Steinkohlen oder Koaks, läßt sich nichts Bestimmtes angeben. Dieser Aufwand ist abhängig von der Größe und Konstruktion der Oefen, Schächte und Gestellräume, von der Quantität und Temperatur des Windes, von der Windführung, von der Reichhaltigkeit und Reducirbarkeit des Erzes, von der Leicht- und Strengflüssigkeit der Beschickung, von der Beschaffenheit der Kohlen und von der Art des darzustellenden Roheisens. Unter gleichen Umständen erfordert das Roheisen in höhern und weitern Oefen und bei engern Zustellungen weniger Kohlen, als in niedrigen und engen Oefen und bei weiten Zustellungen. Eben so läßt sich aus leichtflüssigen und leicht reducirbaren Erzen, unter gleichen Umständen, das Roheisen mit einem geringern Kohlenverbrauch darstellen, als aus leichtflüssigen und schwer reducirbaren Beschickungen. Große Mengen eines stark erhitzten Windes und vortheilhafte Windführung durch mehrere Formen, vermindern den Kohlenaufwand sehr bedeutend. Eben so erfordert, unter gleichen Umständen, das weiße Roheisen von übersetztem Gange einen größern Kohlenaufwand, als das weiße Spiegeleisen und als das graue Roheisen mit großem Kohlegehalt, bei leichtflüssigen Beschickungen. Selbst bei strengflüssigen Beschickungen ist der Kohlenverbrauch bei grauem Roheisen geringer, als bei weißem Roheisen von übersetztem Gange. Bei leichtflüssigen Beschickungen ist der Kohlenverbrauch für das gaare weiße, oder für das demselben sehr nahe stehende blumige Roheisen, nicht größer, als der für das graue Roheisen.

Schließlich müssen wir noch der in Rußland angestellten Versuche gedenken, um Eisenerze in Hohöfen mit **Holz** zu verschmelzen. Die Oefen haben

vierseitige, gerade niedergehende Schächte, sehr steile Rasten und ein parallelepipedisches Gestell. Das gut getrocknete Tannen- oder Kiefernholz wird in Scheiten von 5 Fuß Länge aufgegeben und der Eisenstein ungeröstet. — Zu Plons in der Schweiz ist ein runder Blauofen mit Holz und erhitzter Gebläseluft in sehr vortheilhaftem Betriebe. Das Tannenholz wird in 12 — 16 Zoll langen Stücken aufgegeben, so daß die runde Gestalt der Oefen beibehalten werden konnte. — Auch bei dem Franciscіofen zu Neuberg in der Obersteyermark hat man gelungene Versuche angestellt, Roheisen mit 4 — 5 Zoll langen und 3 — 4 Zoll starken Holzstücken darzustellen.

Umschmelzen des Roheisens und Anwendung desselben zur Gießerei.

Wenn man Roheisen oder Gußeisen zur Verfertigung von Gußwaaren anwenden will, so kann der Guß entweder von dem Hohofen ab ausgeführt werden, oder man muß das Roheisen einer Umschmelzung unterwerfen. Dieser letztere Prozeß wird aus mehreren Gründen nothwendig, nämlich wenn der Hohofen die verlangte Sorte Roheisen entweder nicht ohne Nachtheil im Gange liefern kann, oder in nicht genugsamer Menge, oder wenn nicht oft genug zum Betriebe der Gießerei abgestochen werden kann, und endlich auch deshalb, um in der Nähe von gewerbthätigen Städten, wo Hohofenanlagen unausführbar sind, jeden Auftrag schnell befriedigen, und dadurch dem Gewerbsbetrieb kräftig Hilfe leisten und Maschinentheile, Apparate zu chemischem Behuf, Oefen ꝛc. liefern zu können.

Zum Guß eignet sich graues gaares Roheisen am allermeisten, Roheisen vom übersetzten Gange ist

unanwendbar; das beim gaaren Gang erblasene matte, körnige, weiße Roheisen ist zu Gußwaaren, die eine beträchtliche Härte erfordern und von denen keine sehr glatte Oberfläche verlangt wird, anwendbar; phosphorhaltiges Roheisen ist sehr dünnflüssig und eignet sich, wenn es gaar ist, zu feinen Gußwaaren, da es die Formen sehr genau ausfüllt, aber weil es spröde ist, kann es zu Sachen, die Stöße aushalten müssen, nicht angewendet werden. Roheisen, bei strengflüssiger Beschickung erblasen, enthält viel Erdmetalle, und wird daher kürzer und brüchiger, kann also z. B. zu Geschützen, zu Walzen ꝛc. nicht gebraucht werden. — Will man daher einen bestimmten Guß aus dem Hohofen ausführen, so muß man schon durch Gattiren und Rösten der Erze die Eigenschaften des Produktes zu bedingen suchen. Bei einigen Oefen, die aus ökonomischen Gründen nur ein graues Roheisen liefern, hat man es versucht, ein minder graues dadurch zu erlangen, daß man auf das im Heerde befindliche Eisen möglichst reinen, gerösteten Rotheisenstein wirft und ihn einrührt. Es wird dadurch freilich der Graphit aus dem Eisen entfernt, allein dasselbe wird auch durch diesen sogenannten Futterungsprozeß erkältet und gibt unsichere Resultate.

Aus den Koakshohöfen ist freilich der Guß in sofern leichter, da hier das Eisen an den verschiedenen Tagen immer ziemlich gleich und dünnflüssig ausfällt, und dabei nicht leicht Graphit ausscheidet; allein da das Schöpfen bei denselben noch schwieriger als bei den Holzkohlenöfen und fast ganz unthunlich ist, so können nur gröbere und größere Artikel beim Abstechen daraus abgegossen werden. Aus diesem Grunde wird daher beim Koakshohofenbetriebe das zu vergießende Roheisen fast immer umgegossen.

Das Umschmelzen des Roheisens geschieht entweder in Tiegeln, oder in niedrigen Schachtöfen, Kupolöfen, oder in Flammöfen. — Für den Tiegelguß eignet sich halbirtes Roheisen, noch besser das graue, bei strengflüssiger Beschickung erblasene und in Flammöfen einigemal umgeschmolzene, wodurch es einen bedeutenden Antheil Silicium und Graphit verloren hat; auch ist ein Gemeng von mehrmals umgeschmolzenen grauem und sehr weiß gewordenem Roheisen sehr gut. Für den Kupolofenbetrieb eignet sich besonders dasjenige Roheisen, welches bei nicht zu leichtflüssiger Beschickung, bei hohen und engen Obergestellen erblasen worden; das bei Koaks dargestellte, Silicium reichere, ist nicht so fest. Dasselbe gilt auch von den Flammöfen. Das Umschmelzen in Tiegeln und Kupolöfen dient blos dazu, um das Eisen wieder flüssig zu machen, das im Flammofen aber, um es dabei zugleich in seiner Zusammensetzung und Natur zu ändern. Der Tiegelguß ist nur noch für kleine Bijouterie gebräuchlich und zwar in Fabriken, in denen keine Kupolöfen im Gange sind. Der Kupolofen liefert in seinem dauernden Betriebe das Eisen zu einer den ganzen Tag über fortlaufenden Förmerei; doch kann er nur wenig Eisen auf einmal geben, daher nur für kleinere Gegenstände in Anwendung kommen, wovon nicht das Eisen aus mehreren Kupolöfen zusammengenommen werden kann. Der Flammofen gibt das Eisen für große und haltbare Gußstücke und muß mit einem Male abgestochen werden.

Das Schmelzen in Tiegeln ist dem bei allen andern Metallgüssen gleich. Die Tiegel werden zu einem oder mehreren in kleine Zugöfen gesetzt, und das Eisen, um möglichst wenig Abbrand zu haben, mit einer starken Hitze schnell niedergeschmolzen. Man kann dazu Oefen nach Art der

weiter unten zu beschreibenden Messingöfen anwenden. Graphittiegel sind den tönernen vorzuziehen; braucht man letztere, so ist es gut, sie auswendig mit Oel und Kalk zu bestreichen, wodurch sich beim Schmelzen eine Glasur bildet, die das Aufreißen mehr verhindert. Man bringt das Eisen sehr klein geschlagen ein, und deckt eine Schicht Kohlenstaub oder gute Hohofenschlacke darüber. Der Abbrand steigt auf 10 Procent, und wenn man die sonstigen Verluste beim Gießen einrechnet, bis auf 30 Procent. Ein Schmelzen, welches sehr schnell erfolgt und einen verhältnißmäßig geringen Kohlenverbrauch veranlaßt, geschieht in einer eigenen kleinen Esse, in welche der Wind von allen Seiten zugleich trifft, und in welcher daher leicht eine hohe Temperatur erzeugt werden kann. Die Esse besteht aus Thon und ist ringförmig, im Lichten 12 Zoll weit, 10 Zoll hoch; der Ring ist 2 Zoll stark. Um sie zu verfertigen, setzt man zwei Eisenringe, welche die erforderlichen Dimensionen haben, genau konzentrisch in einander, und stampft zwischen beide feuerfesten Thon ein. Im äußern Ringe befinden sich zwei Reihen Löcher, jede hat deren acht, die so gestellt sind, daß die der obern Reihe auf die Intervallen der untern treffen. Die Löcher haben 1 Zoll Durchmesser. Ist der Thonring eingestampft, so sticht man in denselben durch die Löcher des äußern Ringes hindurch, und bohrt auf diese Weise die sechszehn Löcher conisch aus. Man zieht nun den innern Ring ab, läßt den Thon, der möglichst wenig feucht eingestampft werden muß, an der Luft völlig trocken werden, und nimmt wenn er sich etwas zusammengezogen hat, auch den äußeren Eisenring ab. Um dem Thonringe mehr Festigkeit zu geben, legt man in der Mitte seiner Höhe einen eisernen Reif um ihn. Diesen Thonring nun setzt man in die cylindrische

Vertiefung eines Heerdes, die 24 Zoll weit und 10 Zoll tief ist, so daß rings um denselben ein Raum von 4 Zoll bleibt, den man oben mit einem eisernen scheibenförmigen Ring luftdicht verschließt und in der Höhe der untern Löcherreihe, und zwar so, daß er auf kein einzelnes Loch trifft, vielen aber wenig gepreßten Wind hineinleitet. Derselbe vertheilt sich ringsum, und tritt durch alle Löcher zugleich ein. Den Tiegel setzt man auf eine Unterlage so hoch, daß sein Boden mit der untern Löcherreihe gleich steht und umgibt ihn mit gleich großen Kohlen. Die Thonringe halten 10 — 15 Schmelzungen aus; während des Schmelzens setzt man zwei, zusammen 3 Fuß hohe Schornsteine von Thon auf die Esse, um die Hitze zusammenzuhalten. Dieser Ofen ist zu vielen andern Metallschmelzungen, besonders auch zu Gußstahl sehr zu empfehlen.

Die Kupolöfen (Fig. 7 Taf. IV. im Längen- und Fig. 8 im horizontalen Durchschnitt) sind Schachtöfen, in die man Eisen und Kohle schichtweise einträgt. Sie bestehen aus einem eisernen Mantel und einem gemauerten Schacht. Da dieser letztere oft neu gemacht werden muß, so ist es vortheilhaft, erstern aus einzelnen Platten zusammen zu setzen, die man leicht aus einander nehmen kann. Die Oefen stehen gewöhnlich zu zweien, auch zu dreien zusammen, theils um immer einen betreiben zu können, während der andere ausgebessert wird, theils um alle zugleich betreiben und große Stücke daraus abgießen zu können. Werden sie mit Koaks betrieben, so haben sie 5 — 7, mit Holzkohlen 10—20 Fuß Höhe. Der Durchmesser geht selten über 3 Fuß; ihr Durchschnitt ist gewöhnlich rund, seltner achteckig, viereckig oder oval. Der Ofen besteht aus dem Fundament a, aus der Bodenplatte b, die auf der einen Seite mit einem 1 Zoll breiten Einschnitt

versehen ist, wodurch ihr Spielraum zum Ausdehnen bleibt; c der aus einzelnen, zusammengeschrobenen Platten bestehende äußere Mantel des Ofens; d die aus mehren Theilen bestehende Deckplatte, die in der Mitte die Gichtöffnung frei läßt. Der Mantel hat eine Oeffnung i für den Abstich, die ringsum durch einen Abstich verstärkt ist, und eine oder zwei Formöffnungen. Im Fundament und in der Bodenplatte ist eine Oeffnung vorhanden, die man mit Sand ausfüllt und über der Bodenplatte bildet man einen nach dem Abstich zu abfallenden Heerd. Das Schachtfutter besteht aus feuerfesten, keilförmigen Ziegelsteinen und den Raum zwischen demselben und dem Mantel füllt man mit Asche aus. Die Oeffnungen für Abstich und Form werden überwölbt. — Die Weite des Schachtes richtet sich nach dem Brennmaterial; je schwerer verbrennlich es ist und je schwächer das Gebläse, desto enger muß er sein; jedoch macht man ihn nicht gern enger als 1½ Fuß in der Höhe der Form. g ist die aus Gußeisen oder Thon bestehende Form, h die Deupe. Man legt gewöhnlich nicht nur 2 Formen einander gegenüber, wie bei Fig. 7 Taf. II., sondern auch mehre (2 bis 4) über einander, so daß, wenn das Roheisen die Höhe der untern Form erreicht hat, diese mit Thon geschlossen und nun die obere in Gang gesetzt wird, so daß sich im Schacht eine große Menge Roheisen sammeln und zum Guß großer Stücke verwendet werden kann. Man gebe möglichst viel Wind, jedoch nicht mehr, als das Brennmaterial verzehren kann und mache die Düsenöffnung nicht zu klein, da ein geschwinder Wind leicht mattes Eisen gibt. — Man rechnet an Holzkohlen, einschließlich der zur Füllung verwendeten, auf 100 Pfd. Roheisen 9 Kubikfuß, ohne die zur Füllung 6—8 Kubikfuß; an Koaks einschließlich Füllung. Bei dem Betriebe mit

erhitzter Luft sind kaum die Hälfte nöthig. — Die Kohlen werden nach dem Maß, das Roheisen nach dem Gewicht aufgegeben, alle 8 bis 10 Minuten findet das Aufgeben neuer Gichten statt. Ist genug geschmolzenes Roheisen im Heerde vorhanden, so wird abgestochen und das Eisen meist in Gießkellen geleitet, mittelst welcher es nach den Formen hingetragen wird, selten bildet man einen Masselgraben vom Abstich nach der Form, und läßt das Eisen unmittelbar nach letzter laufen, welches nur bei großen Gußstükken geschieht. Kommt kein Eisen mehr aus dem Abstich, so wird er vermittelst einer Stange wieder mit Lehm verstopft. — Selten nur haben die Kupolöfen einen Vorheerd, aus welchem das Eisen ausgeschöpft wird. — Der Schmelzer hat beim Betriebe dahin zu sehen, daß die Form und der Abstich nicht von Schlacke versetzt werden, und daß im Führen der Gichten keine Irrung eintritt, wohin auch gehört, daß die Gichten immer recht gleichmäßig über den Ofen vertheilt werden. Die Production der Oefen ist nach ihrer Größe, dem Eisen, dem Brennmaterial und dem Gebläse sehr verschieden und beträgt bis 80 Zentner täglich, wobei sie 5—8 Procent Abbrand ergeben. Der Kupolofenbetrieb mit erhitzter Luft gewährt ganz außerordentliche Vortheile. Es ist dabei nicht nur sehr wenig Brennmaterial erforderlich, sondern es erfolgt auch ein vortreffliches Produkt.

Der Flamm- oder Reverberirofen (Fig. 1—5 Taf. V.) unterscheidet sich von den Schachtöfen dadurch, daß bei diesen das Metall in unmittelbarer Berührung mit glühenden Kohlen steht, während im Flammofen das nicht verkohlte Brennmaterial isolirt verbrennt, und nur die brennenden Gase, die Flamme über das Metall hinstreichen. Es ist hier also selbst in der höchsten Temperatur nicht möglich, daß das Eisen noch mehr Kohle aufnehme, als

es vor dem Einschmelzen schon hatte. Der Flammofen gibt also ein Mittel an die Hand, aus dem dunkelgrauesten Eisen alle Nüancen bis zum halbirten und weißen zu erzeugen. Leider fehlt uns aber noch die Sicherheit in der Prozedur, jedesmal und aus jedem Eisen die bestimmte höhere Nüanz erzeugen zu können. Jeder Flammofen besteht im Allgemeinen aus folgenden Theilen: 1) aus dem Rost a (Fig. 1), auf dem das Brennmaterial (Holz, Torf, Steinkohle) ausgebreitet wird, und dem von unten durch den Aschenfall die Luft zugeht; 2) aus dem Heerde b, auf dem das Eisen eingesetzt wird und niederschmilzt; 3) aus dem Rauchabführungskanale, der aus der eigentlichen Feueresse c und einem Verbindungskanale zwischen dieser und dem Ofen, dem Fuchs, besteht; 4) aus dem Gewölbe d, das den Rost und den Heerd überspannt, und sich oben an den Fuchs anschließt. — Der ganze Ofen ist gemauert, außerhalb gewöhnlich mit großen Eisenplatten bekleidet, die mit einander durch Bolzen verbunden werden. Der mittlere Theil des Ofenfundaments ist entweder massig oder gewölbt, oder der Heerd ruht auf Eisenplatten.

Vom entschiedensten Einfluß auf den Luftzug ist das Verhältniß des Flächenraums der Zwischenräume zwischen den Roststäben zu dem des Querdurchschnittes des Fuchses. Für Steinkohlen ist dies Verhältniß am besten wie 4 : 1; für Holz wie 3 : 1. Bei richtigem Verhältniß muß das Schmelzen an allen Punkten des Heerdes gleichförmig erfolgen. Die Esse oder den Schornstein, die man häufig für mehre Oefen zugleich anlegt und dann der ganzen Höhe nach theilt, macht man verschieden hoch, gewöhnlich nicht unter 40 und nicht über 80 Fuß hoch. Ihre Einrichtung ist aus Fig. 4 und 5 Taf. V. ersichtlich, von denen erstere ein Längen=

durchschnitt, letztere ein Aufriß ist. Ihr Bau ist schwierig, weil sie den Stürmen hinreichende Kraft entgegensetzen müssen, weshalb man ihnen ein sehr festes Fundament gibt; sie dürfen nicht aus Sandstein, sondern müssen aus Ziegelsteinen (das untere Drittel der Höhe aus feuerfesten) bestehen, weil jener die Hitze nicht ertragen kann. Den Querdurchschnitt macht man 2 bis 3mal so groß wie den des Fuchses. Die obere Oeffnung ist mit einer Klappe (Fig. 6) versehen, von welcher eine Kette nach der Hütte geht, um sie nach Belieben öffnen oder verschließen zu können.

Wir wenden uns nun zur speciellen Beschreibung zweier verschieden construirten Flammöfen. Fig. 1 ist der Längendurchschnitt eines großen Ofens mit fast horizontalem Heerde. **a** der Rost, **b** der Schmelzheerd, **c** der Fuchs, **d** das Gewölbe aus feuerfesten Ziegeln, **e** Abzüge für die Feuchtigkeit, **f** eiserne Platten, auf denen das Heerdgemäuer **g** ruht, über welchem eine Lehmsohle **h** geschlagen und über diese Sand **i** geschüttet ist; **k** das Schürloch, mit einem gußeisernen Kasten eingefaßt, durch welches die Steinkohlen auf den Rost geworfen werden; **l** die Feuerbrücke, welche verhindert, daß das geschmolzene Eisen auf den Rost läuft und die kalte Luft das Eisen nicht trifft; **m** Einsatzthür, welche ebenfalls einen gußeisernen Kasten hat und nach dem Laden mit einer eisernen Thür verschlossen wird. Diese ist von innen mit Thon beschlagen, um das Verbrennen und Schmelzen zu verhüten; sie läßt sich in eisernen Rahmstücken durch Kette und Hebel aufziehen; während des Schmelzens verstreicht man die Fugen mit Lehmbrei, oder bewirft sie mit trockenem Sand. **n** Fuchsdamm aus feuerfesten Ziegeln angefertigt; man nimmt bei dessen Konstruktion für die Fuchsöffnung das Maximum der Querdurchschnittfläche

an, und bestimmt die für jede Kohlenart und Eisensorte auszumittelnde Größe dieser Oeffnung durch mehr oder weniger starkes Aufschütten von lockerem Sand, wodurch man jede nothwendig werdende Vergrößerung oder Verkleinerung der Fuchsöffnung leicht und schnell bewerkstelligen kann. In der Mitte des Fuchsdammes ist in der Höhe der Heerdsohle die Abstichöffnung o, welche mit schwerem Gestübbe verschlossen ist und nur beim Abstechen geöffnet wird.

Fig. 2 ist der Grundriß nach der Linie **A B** und Fig. 3 Taf. V. der senkrechte Durchschnitt nach **C D** von einem Flammofen mit doppeltem Gewölbe, der ganz besonders zweckmäßig ist, indem die Schmelzung darin sehr schnell erfolgt. **a** die Einsetzöffnung, welche mittelst Thür und Balancier geschlossen wird. In der Thür befindet sich eine Oeffnung, die mit einem Thonstein zugesetzt wird und die dazu dient, mit Werkzeugen in den Heerd zu gelangen, um das noch nicht vollständig niedergeschmolzene Roheisen zusammenzubringen. — **b** eine mit feuerfesten Ziegeln zugemachte Oeffnung, um von dem geschmolzenen Roheisen die Schlacke mit einer Kratze abzuziehen. — **c** das Schürloch. — **d** die Abstichöffnung, welche nur durch einen Damm von Sand, der den Schmelzheerd bildet, geschlossen wird. — **x** der Hauptgewölbebogen, der auf der einen Seite die Widerlage der beiden Gewölbe bildet und daher aus sehr feuerfesten Ziegelsteinen bestehen muß.

Der Heerd besteht aus einer etwa 8 Zoll dikken Sandschicht. Das einzuschmelzende Roheisen wird durch die Oeffnung **a** auf den Heerd des Ofens, in die Nähe des Fuchses gebracht und sobald es tropfbar flüssig geworden ist, sammelt es sich in dem Sumpfe und wird, nachdem es vollständig geschmolzen, durch d abgestochen. Die Flamme wirkt wenig auf das Eisen und dies wird daher nur unbedeu-

tend verändert. — Diese Flammenöfen zeichnen sich durch geringern Brennmaterialienaufwand und durch geringe Eisenverschlackung aus, erfordern aber sehr feuerfeste Materialien.

Die mit Holz gefeuerten Flammöfen haben sehr große Roste und neben denselben einen Raum für das gedörrte oder getrocknete Holz. Das Trocknen oder Dörren geschieht in massiven Räumen, welche durch horizontale Feuerkanäle erwärmt werden. — Auch hat man Oefen construirt, die unter dem Rost eine Form haben, in welche Gebläseluft geführt wird; durch welche Einrichtung die hohen Essen vermieden werden können.

Das umzuschmelzende Roheisen muß weder in zu dicken, noch in zu dünnen Stücken, stets aber bei einem Schmelzen in möglichst gleich starken Stücken angewendet werden. Kann das Einschmelzen verschieden starker, oder auch des grauen und des weißen Roheisens zusammen, nicht vermieden werden, so müssen die dünnen und die weißen Stücke unten, und die dicken und die grauen darauf gelegt werden. — Beim Schmelzen muß das Einströmen der Luft durch die Einsetzthür sorgfältig vermieden werden, das Schüren muß schnell geschehen und der Rost muß immer von glühenden Kohlen bedeckt und unter demselben muß es immer hell sein. — Der Ofen muß vor dem Laden in Weißglühhitze gebracht, alsdann die Klappe auf der Essenmündung geschlossen, das Roheisen schnell eingesetzt und die Einsetzthür dicht verschlossen werden. Ist das Roheisen rothglühend geworden, so wird die Essenklappe geöffnet, von Neuem geschürt und das Niederschmelzen so viel als thunlich niedergeschmolzen.

Das weiße gare und das aus leichtflüssigen Beschickungen erblasene graue Roheisen, sind zum Umschmelzen im Flammofen sehr anwendbar und

durch schnelle Hitze wird ihr Kohlegehalt nur wenig verändert. Durch wiederholtes Umschmelzen werden diese Roheisenarten immer dichter, erfordern aber jedesmal eine höhere Temperatur, da sie immer strengflüssiger werden. Auch zu Gegenständen, die eine vorzügliche Härte erfordern, ist das gare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen sehr anwendbar, nur muß es dann nach dem ersten Umschmelzen in den Formen plötzlich zum Erstarren gebracht werden. Graues Roheisen von sehr strengflüssigen Beschickungen, bei engen und hohen Zustellungen erblasen, erfordert einen hohen Hitzgrad zum Umschmelzen, erleidet die geringste Veränderung und ist vorzüglich zu solchen Gußwaaren anwendbar, von denen man Weichheit, Geschmeidigkeit und eine gewisse Festigkeit verlangt.

Bleibt das Roheisen lange im weißglühenden Zustande im Ofen, so entsteht, besonders bei den gewöhnlich construirten Oefen mit Heerden, die nach dem Fuchs zu geneigt sind, sogenanntes Schaaleneisen, d. h. eine Kruste von halb gefrischtem und halb verschlacktem Eisen. In Oefen mit schnellem und starkem Luftzuge, mit horizontalen und mit nach der Feuerbrücke zu geneigten Heerden wird es nicht entstehen. — Von höchster Wichtigkeit für die Erzeugung von haltbarem Eisen ist es, dieses vor dem Gusse bis zur höchst möglichen Temperatur zu steigern. Es ist dies besonders beim Geschütz- und Walzenguß nöthig. Man heize daher das Eisen so lange, bis im Ofen auch nicht eine Spur von rother Gluth mehr sichtbar ist, und alle Theile einen milchweißen Glanz angenommen haben, dann gieße man rasch, und in die möglichst dem Abstichloche nahe gerückte Form. — Das Ausschöpfen des Roheisens aus dem Sumpf in dem Ofen oder aus ei-

nem vor dem Ofen, mittelst Gießkellen, geschieht nur selten.

Zum Erreichen der richtigen Temperatur bedarf es in Flammöfen von 60 Ctnr. Einsatz etwa noch $2\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden, nachdem das Eisen vollkommen herunter geschmolzen ist. Eine Prozedur, die das Erreichen der höchsten Weißglühhitze begünstigt, und die auch seine Entkohlung mindert, ist das Bedecken des Metallbades mit Kohlenklein, besonders mit Koaks. Zu diesem Zwecke breitet man, ehe man den Ofen ladet, auf die Sohle eine dichte Schicht Kohlenklein, die beim Schmelzen aufsteigt. Will man später noch neue Kohlen auf das Eisen schütten, so muß man sie vorher gehörig erhitzen, oder besser noch glühend machen.

Nach beendetem Gusse muß der Ofen sogleich ausgearbeitet werden, damit sich die Schlacken nicht auf dem Heerd festsetzen, auch muß dieses Ausarbeiten schnell geschehen, damit der Ofen bald wieder geschlossen und einer langsamen Abkühlung überlassen werden könne, weil er sonst Sprünge bekommt. Man verschließt dabei die auf dem Schornstein befindliche Klappe. Die Roststäbe werden sogleich herausgezogen, weil sie durch die viele zuströmende Luft zu schnell oxydiren würden, indem sie nun nicht mehr mit Kohle bedeckt sind. Die englischen Roststäbe haben kleine rinnenartige Einschnitte, in die sich die Schlacke einsetzt, und durch ihr Schmelzen den Stükken einen glasartigen Ueberzug gibt, wodurch sie mehr vor dem Oxydiren geschützt werden. — Gestattet es der Betrieb, so ladet man den Ofen sogleich wieder nach dem Gusse, so daß das neu eingesetzte Eisen sehr bald ins Schmelzen kommt, und man sehr bedeutend an Brennmaterial erspart.

Der Schmelzabgang ist sehr verschieden. Bei guter Einrichtung des Ofens, horizontalen, oder nach

der Feuerbrücke geneigten Heerden, wie die abgebildeten haben, beläuft er sich ungefähr auf 6 Procent. Der Brennmaterialienaufwand auf 100 Pf. eingesetztes Eisen beträgt 50 bis 70 Pf. Steinkohlen und ungefähr 150—200 Pf. Holz.

Vergleicht man die verschiedenen Verfahrungsarten beim Umschmelzen des Roheisens, so ergibt sich, daß die Tiegelgießerei im Betrieb die kostbarste ist, obschon sie die geringsten Anlagekosten verursacht, und nur für Luxusgegenstände paßt; die Erbauung von Flammöfen ist kostspielig, die der Kupolöfen durch die nöthige bewegende Kraft fürs Gebläse oft auch beträchtlich theuer, allein für letztere läßt sich weit eher jede Art von Roheisen anwenden, und der Betrieb von Kupolöfen hat in allen Fällen den Vorzug vor dem Flammofenbetrieb, wenn die zu gießenden Stücke nur so schwer sind, daß der Kupolofen genug Eisen liefern kann, und nicht besondere Härte und Festigkeit verlangt wird, welche nur durchs Umschmelzen in Flammöfen bewirkt werden können. Endlich beschäftigen diese Oefen auch eine Gießerei weit regelmäßiger, weil sie fast zu jeder Zeit flüssiges Eisen zum Abstich liefern.

Von der Förmerei.

Das Formen geht über Modelle, die nicht, wie es meistens bei der Bildgießerei der Fall ist, in der Form zerstört werden. Nur einige Artikel der Lehmförmerei (s. unten), wo man das Gußstück überhaupt nur einmal abgießen will, und die Anschaffung eines hölzernen oder metallenen Modells für dies eine Mal zu theuer werden würde, muß man noch auf diese Weise formen.

Will man nur einen oder einige Abgüsse machen, so bestehen die Modelle aus Holz, gehören sie

aber zu einem stehenden Artikel, dessen Gestalt unveränderlich für eine lange Reihe von Güssen beibehalten werden soll, wie Ofenblätter, runde Oefen, Töpfe rc., so bestehen sie aus Bronze oder Eisen.

Alle Modelle zu größern Gußstücken müssen um so viel in allen Dimensionen größer gemacht werden, als sich das flüssige Eisen beim Erkalten zusammenzieht; dies ist bei jeder Eisensorte ein anderes Maß (Schwindmaß), ja es ist bei jedem Eisen, je nach der Temperatur, in der es gegossen wird, verschieden. Dieses Schwindmaß muß man daher bei dem anzuwendenden Eisen kennen, wenn man nach einer Zeichnung ein Modell machen will. Am größten ist das Schwinden bei grauem Eisen, am geringsten bei weißem. Im Durchschnitt kann man es auf $\frac{1}{20}$ rechnen, doch nimmt es in einem steigenden Verhältniß zu; besonders stark tritt das Schwinden in der senkrechten Dimension der Form ein, weshalb man bei allen größern Artikeln, die man stehend (d. h. mit ihren längsten Dimensionen senkrecht) gießt, immer dem nach oben kommenden Theile des Modelles, ein eigenes Stück, den sogenannten verlornen Kopf aufsetzt, den man mit einformt, der sich daher beim Gießen mit Eisen füllt, und das in der eigentlichen Form sinkende Eisen ersetzt, zugleich aber auch, wie wir noch näher erörtern werden, das erkaltende Eisen drückt, und so verdichtet. Bei Gußstücken, wo es sehr genau auf die Dimension ankommt, wie z. B. beim Munitionsguß, wird dies Modell nicht blos auf das bestimmte Eisen, sondern auch auf eine gewisse Temperatur eingerichtet, so daß der Former beim Guß auf die mittlere Temperatur Rücksicht nehmen, und das Eisen, wenn es zu heiß sein sollte, etwas in den Kellen abkühlen lassen muß, wenn die Kugeln nicht zu klein ausfallen sollen.

Um die Modelle wieder aus der fertigen Form nehmen zu können, muß man diese theilen, und um diese Formtheile wieder bequem bilden zu können, muß das Modell meist in eben so viele analoge Theile zerschnitten sein. Die eigentliche Kunst des Modelleurs besteht in der richtigen Theilung der Modelle, deren Grundsatz, daß jeder Theil sich leicht aus der Form müsse ausheben lassen, ohne durch einen vorstehenden Theil daran gehindert zu werden, allerdings sehr einfach erscheint, aber in der Anwendung oft sehr schwierig durchzuführen ist. Bei Rädern und andern symmetrischen Körpern modellirt man meist nur einen Theil des Ganzen, und formt mit diesem Theile nach einander das Ganze. Ebene Platten formt man auch wohl mittelst eines Richtscheites. Damit sich die hölzernen Modelle in der feuchten Formmasse nicht werfen und verziehen, müssen mehrere Holzstücke mit ihren Fasern über einander in umgekehrter Richtung verbunden, oder sie müssen mit Leisten versehen werden.

Bei der Bild- und Schmuckgießerei, zu welcher die Modelle größtentheils von den Künstlern selbst gefertigt werden, findet keine Theilung derselben statt, sondern man läßt sie im Ganzen. Die Formen werden in zwei oder mehren Theilen über das Modell gefertigt, und da, wo dieses einzelne vorspringende Theile hat, füllt man diese vorher mit sogenannten Bind- oder Kernstücken, und formt, wenn auf diese Weise alle Theile, die in der Form festsitzen bleiben, wieder ausgeglichen worden, wie gewöhnlich darüber, nimmt dann die Form auseinander, hebt die Bindstücke behutsam vom Modell ab, nimmt das Modell ganz aus dem untern Theile der Form, und setzt nun die Bindstücke in die Form ein, wohin sie gehören.

Die Modelle für die Kerne bei hohl zu gießenden Stücken müssen immer leicht zerstörbar sein, um sie nach dem Gusse leicht herausschaffen zu können; man bildet sie meist von Lehm oder thonreichem Sande, und gibt ihnen durch eine eiserne, hölzerne oder gemauerte Unterlage Festigkeit. Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Das Formen für den Eisenguß ist in vielfacher Beziehung schwerer, als für andere Metalle. Das Gußeisen bedarf zum Schmelzen einer weit höhern Temperatur, als die andern Metalle, es kommt daher viel heißer in die Form, spült feinere Vorsprünge leichter ab, es hat eine große Neigung, zu krystallisiren, sich dabei zu verziehen und auf die Wände der Form zu drücken; der Wohlfeilheit der meisten Artikel wegen kann man nicht viel Zeit auf das Formen und das Ueberarbeiten der Gußstücke verwenden, die Oberfläche des heißen Eisens oxydirt leicht, das Oxydul bildet mit dem Formsande eine leichtflüssige Schlacke, die schorfartig an das Eisen anbäckt; endlich muß man sehr vorsichtig in der Wahl der Form sein, in Beziehung auf ihre Wärmeleitung, weil ein übrigens vollkommen gelungener Artikel völlig unbrauchbar sein kann, wenn er bei der Abkühlung zu weich oder zu hart geworden.

Das Formmaterial muß daher sehr verschiedene Eigenschaften haben, die sich nicht in einer Substanz vereinigt finden. Man muß deshalb, je nach den Umständen, ein anderes wählen; doch werden im Allgemeinen Sand und Thon, in verschiedenen Verhältnissen gemengt, ausreichen; nur wo man, eine oberflächliche Härtung hervorzubringen, sehr stark wärmeleitender Formen bedarf, wird man Gußeisen dazu nehmen. Das richtige Verhältniß von Sand und Lehm zu finden, ist daher oft Hauptaufgabe des Formers. Es kommt dabei darauf an, so viel als

möglich dem Formmaterial selbst die Festigkeit, der es bedarf, ohne Formkasten zu geben, weil eben die große Menge von Formkasten, die nur immer für einen Artikel zu gebrauchen sind, die Kostbarkeit des Inventariums herbeiführt, die oft jeden Verdienst an der Waare verhindert. Bei currenten Artikeln machen sich diese Kosten wieder bezahlt, weil sie ein weit schnelleres und genaueres Formen zulassen. Wie weit man in der Festigkeit des Formmaterials für jeden Artikel gehen darf, richtet sich nach den Umständen. Je mehr der Sand vorwaltet, desto rascher geht das Formen, desto schärfere Abdrücke nimmt die Masse an, desto weniger schwindet und reißt die Form beim Trocknen, desto weniger Bindung hat aber die Masse auch, und bei den am meisten sandhaltigen Formen geht dies so weit, daß man sie gar nicht trocknen darf, weil sie sonst wieder zusammenfallen würden. Solche feuchte Formen kann man aber nur anwenden, wenn es entweder nichts schadet, daß sich das Eisen weiß abschreckt, oder wenn man sehr graues Koakroheisen vergießt. Diese Formmethode ohne Trocknen ist die rascheste und vortheilhafteste für kleinere Artikel, die in großen Mengen angefertigt werden. Für Artikel, die sehr haltbar werden sollen, die eine weiche Oberfläche haben müssen, und die dabei zu dick sind, um diese durch Adouziren hervorzubringen, muß man getrocknete Formen anwenden; diese müssen, um dies zu ertragen, mehr thonhaltig sein; doch haben nur diejenigen, die einen bedeutenden Thonüberschuß besitzen, Festigkeit genug, um der Formkasten oder Formladen nicht zu bedürfen. Je mehr der Thon vorwaltet, desto größer ist die Bindungskraft, desto langsamer die Abkühlung, desto weichere Flächen bekommt daher das Gußstück, und desto haltbarer wird es; desto mehr reißt aber auch die Form beim Trocknen auf, desto

mehr verliert sie ihre Dimensionen, und desto schwerer nimmt sie scharfe Eindrücke an, obwohl bei recht sorgsamer Behandlung, die aber nur bei Schmucksachen lohnend ist, der Thon viel schärfere Abdrücke gibt, als der feinste Sand.

Man vermengt das Formmaterial auch mit Koaksstaub, und obwohl dadurch die Masse weniger bindend wird, und man den Thongehalt etwas vergrößern muß, so gewinnt man doch in sofern, daß die Bildung des Eisenoxyduls und der schorfartigen Verbindung desselben mit der Kieselerde mehr verhindert wird, und man dadurch glattere Oberflächen des Gußstückes bekommt; auch wird die Sandform durch diesen Koaksstaub weniger wärmeleitend. Man bedient sich zu dieser Beimengung der Koakstückchen, die durch den Rost der Flammöfen rc. fallen; besser aber noch ist es, große, vollkommen ausgebrannte Koaks zu pulverisiren. Das Pulver muß auf das Feinste ausgesiebt und innigst mit der befeuchteten Formmasse gemengt werden. Man nimmt 1 Th. Koaksstaub auf 5 bis 8 Theile Formsand und gibt bei größeren Gußstücken weniger von dieser Beimengung zu, als bei kleinen. Die Befeuchtung geschieht mit Wasser, worin Koaksstaub, Pferdemist und Pfeifenthon eingerührt werden.

Das Formmaterial darf beim Gusse keine Gase entwickeln, oder muß ihnen doch Gelegenheit geben, auf einem andern Wege zu entweichen, als durch das flüssige Eisen, weil dies sonst porös und voll Blasen wird. Je weniger Sand sich im Formmaterial findet, desto dichter wird sie, desto schwerer finden die Gase einen Ausweg, desto sorgsamer muß man daher eine Gasentwickelung verhüthen. Die gewöhnliche Ursache dazu ist hauptsächlich die Feuchtigkeit, die selbst bei scharfem Trocknen und Glühen immer noch in den Formen zurückbleibt, und sich bei

der höhern Temperatur, die ihnen das flüssige Eisen mittheilt, verflüchtigt. Sie entweicht theils als Wasserdampf, theils zersetzt sie sich, wo sie mit dem heißen Eisen in Berührung kommt, wodurch das Kohlenwasserstoffgas entsteht, das beim Anzünden an der Atmosphäre detonnirt und mit einer hohen weißlichblauen Farbe brennt, die bei jedem größeren Eisengusse sichtbar wird. Man muß für ihre Verbrennung durch angezündetes Stroh, welches man vor die zur Entwickelung der Gase angebrachten Ausgangslöcher oder die Luftröhren, Windpfeifen, hält, sorgen, weil sonst eine größere Menge sich von selbst mit einer heftigen Detonnation entzünden, und theils die Form beschädigen, theils das flüssige Eisen umherwerfen könnte. Ferner entwickelt sich, wenn man sich eines mergeligen Lehms zu den Formen bedient, oft Kohlensäure aus dem kohlensauren Kalk, weshalb man sich hüten muß, zu großen Formen, die nicht recht scharf durchgebrannt werden können, kalkigen Lehm, den man leicht durch Brausen erkennen kann, welches entsteht, wenn man ihn im ungebrannten Zustande mit einer Säure übergießt, anzuwenden. — Organische Stoffe, die sich auch häufig im Lehm finden und starke Gasentwickelung veranlassen, zerstört man dadurch, daß man ihn lange an der Atmosphäre liegen läßt und dabei häufig umwendet. — Auch muß das Formmaterial in der Temperatur des flüssigen Eisens unschmelzbar sein, welches bei sehr eisenschüssigem Sande und kalkhaltigem Thon zu befürchten ist.

Die mechanische Vorbereitung des Formmaterials besteht in dem, aus dem angeführten Grunde nöthig werdenden Ausbreiten des Thones an der Atmosphäre, was man gern mehre Jahre fortsetzt, und wobei es gut ist, den Thon an trockenen Tagen häufig zu befeuchten; er wird dadurch zugleich

bildsamer. Wenn man ihn verwenden will, so wird er wie der Sand durch verschiedene Siebe getrieben, um so in ihrer Feinheit verschiedene Sorten zu erhalten. Den Sand brennt man gern aus, ehe man ihn zum Formen anwendet. Er darf weder staubig, noch grobkörnig sein. Man sondert ihn durch Sieben ebenfalls in mehre Klassen. Die unmittelbaren Formwände werden aus den feinsten Materialien bereitet, zum Ausfüllen der Formladen nimmt man den gröbern.

Unter den verschiedenen Formprozeduren, die man anwenden muß, um Sicherheit des Gelingens, Güte der Waare und ökonomischen Vortheil beim Eisenguß zu erlangen, kann man hauptsächlich drei in ihrer Behandlung fast ganz von einander abweichende Arten unterscheiden, es sind diese:

1) das Formen in Sand, der feucht bleibt;
2) das Formen in eine Mengung von Sand und Thon (Masse), die getrocknet wird;
3) das Formen in fast reinen Thon (Lehm), der ausgeglüht wird.

In nassen Sand formt man meist alle diejenigen Gegenstände, bei denen besonders auf Wohlfeilheit zu sehen ist, indem diese Formmethode, wenn man einmal das Inventarium angeschafft hat, die schnellste und einfachste ist. Der Sand wird, da er für sich selbst nicht Festigkeit genug hat, in hölzerne oder eiserne Kasten eingeschlossen, oder Gegenstände, die bei geringer Dicke sehr lang und breit sind, werden unmittelbar in die Hüttensohle geformt (Heerdformerei). Alle in nassem Sande gegossene Artikel bekommen, besonders wenn das Eisen nicht recht grau war, eine harte Oberfläche, weshalb man bei lichtern Eisenarten den Sand nicht so stark anfeuchten darf, wenn dies nicht wegen der nöthigen Bindung unumgänglich erforderlich ist. Bei dem Guß

kleinerer Stücke entweicht die Feuchtigkeit durch die lockere Sandmasse, bei dickeren Stücken setzen sich, besonders bei schneller erkaltendem Eisen, oft Blasen fest. Um daher das Entweichen der Wasserdämpfe sicher zu erreichen, sticht man nach dem Einformen (Eindämmen) des Modelles tiefe Löcher in den dicksten Theil der Masse, damit sich in denselben der durch den Sand entweichende Dampf sammle und abgeleitet werde.

Um auf dem Heerde zu formen, wird die Hüttensohle, die aus feuchtem, etwas thonigem Sande und aus eingemengter Kohle besteht, gut aufgelockert und geebnet; hat man Gegenstände, die sauber ausfallen sollen, so siebt man feinern Sand auf. Man bringt nun das hölzerne Modell (Gitter, Platten aller Art, Bogen zu kleinen Brücken) auf die vorher schon horizontal gemachte Sandfläche, klopft es etwas an, doch so, daß es horizontal bleibt, füllt gegen und zwischen das Modell dieselbe Formmasse, drückt sie mit der Hand fest dagegen, stampft sie ein, und ebnet sie oben genau mit der obern Modellfläche. Dann sticht man mit einem eisernen Spieße mehrere Löcher in und unter die Form, damit die Dämpfe leichter entweichen können, befestigt einzelne hervorspringende Theile der Form mit hölzernen Nägeln an den Boden, damit sie beim Ausheben des Modelles nicht mit losgerissen werden, fährt mit einem nassen Pinsel längs den Kanten des Modelles hin, damit der Sand sicher stehe, klopft behutsam an alle Theile des Modelles, um sie von der Form abzulösen, und hebt es dann mittelst mehrer Handhaben behutsam mit schwach zitternder Bewegung aus der Form, die dann noch mit recht glatten Streichbretchen (Dämmbretchen und Dämmblättern) nachgeputzt wird. Darauf bestäubt man, um das Anbacken des Sandes am Eisen zu verhindern, die Form

mit feinem Kohlenstaub, der sich in einem leinenen Beutel befindet. Man drückt den Staub mit dem Modell und mit den Dämmbretern fest, bringt über der Form, je nach deren Größe, einen oder mehre Eingüsse für das Eisen an, die ganz flach in die Form einmünden und schreitet nun zum Abgusse, der entweder aus Gießkellen oder durch unmittelbares Abstechen aus den Oefen erfolgt. Nach dem Guß und wenn die Oberfläche erstarrt ist, wirft man warme Kohlenstübbe oder warmen Sand über das Gußstück.

Bei dieser Formmethode, die man die offene Heerdformerei nennt, wird die obere Fläche der Gußstücke nicht glatt, und etwas konkav eingesunken. Will man dies vermeiden, so bedeckt man die Form mit Eisenplatten, die mit einem ausgeglühten und geschwärzten Lehmüberzuge versehen sind. Man nennt diese Formmethode die verdeckte Heerdformerei; man legt dann den Einguß möglichst hoch, damit das Eisen mehr Fall habe, und auch gewiß bis an die Deckplatte steige. — Kommen bei der Heerdformerei kleine Oeffnungen, Einschnitte rc., wie z. B. die Zähne an Rädern vor, so ist es besser, die dazu gehörigen Kerne in Lehm zu formen, sie scharf zu trocknen, und sie in die Form einzusetzen; wollte man sie ebenfalls in Sand bilden, so könnten sie leicht weggespült werden.

Zur Kasten- oder Ladenformerei wendet man etwas mehr backenden Sand und hölzerne oder gußeiserne Kasten an; erstere jedoch nur in den Fällen, daß Gegenstände nur einmal oder selten abgegossen werden. Die eisernen verdienen überall den Vorzug, da sie genauer passen und dauerhafter sind; obwohl ihre Anschaffung bei weitem kostbarer ist. Für dünne Gegenstände, die keinen großen Druck auf die Formwände ausüben, kann man, zumal bei

Anwendung eines fettern Formsandes, sich mit Kasten begnügen, die blos breite Ringe bilden; allein bei massivern Stücken müssen sie nach allen Seiten, mit Ausnahme dort, wo sie auf die andern Kasten aufpassen, verschlossen sein, damit die Form nicht nachgibt. Es ist dann zu empfehlen, die Wände der Kasten, besonders wenn sie groß sind, durch kleine Oeffnungen zu durchbrechen, damit die Gase leichter entweichen können. Die zusammen gehörigen Kasten passen mittelst angegossener Ringe und darin passender starker geschmiedeter Stifte sehr genau und unwandelbar auf einander. Bei großen Kasten macht man Löcher in diese Stifte und treibt Splinte hindurch. Im Allgemeinen müssen die Kasten so geräumig sein, daß die Formwand 2—2½ Zoll stark wird. Die Form und die Zahl der Kasten für ein Gußstück richtet sich ganz nach der Gestalt und der Theilung des Modelles, und für die meisten Gußartikel müssen daher eigene Kasten vorhanden sein.

Ist das Gußstück von der Art, daß es mit zwei Kasten geformt werden kann und ist es dabei von bedeutender Schwere, so stellt man den Unterkasten auf die Hüttensohle und formt in diesem die untere Modellhälfte ganz in der Art ein, wie es bei der Heerdsformerei beschrieben, wobei aber der Sand sehr fest unter dem Modell einzustampfen ist. Man ebnet die obere Fläche des Kastens, bestreuet ihn mit trocknem Sande, damit sich der feuchte Sand des Oberkastens nicht mit dem des untern verbinde, setzt die obere Modellhälfte auf die untere genau auf, bringt den obern Formkasten auf den untern, paßt ihn auf und befestigt ihn; dann setzt man über die Stelle, wo der Einguß angebracht werden soll, ein hölzernes Modell, schüttet mit der Schaufel um dieses und über das Modell feinern feuchten Sand, und stampft diesen so fest als möglich, füllt dann den

übrigen Formkasten mit gröberm Sande, und stampft ihn ebenfalls fest, jedoch nicht so fest, wie den untern, wobei man mit einem eisernen Spieße einige Löcher in die Masse bis in die Nähe des Modelles sticht, die als Dampfableiter dienen. Ist das Gußstück sehr stark an Eisen, so muß dem Einguß gegenüber eine Oeffnung in der Form gemacht werden, die bis aus dem Oberkasten herausführt, um die Luft aus dem Innern der Form fortzuführen, sonst wird das Gußstück blasig. Man hebt nun den Oberkasten ab, wo, wenn die Form gut ist, der obere Modelltheil darin haften bleibt, und hängt ihn, mittelst eines Krahns, freischwebend so zur Seite des Unterkastens auf, daß man von unten bequem dazu kann. Die Modelltheile werden dann auf ganz ähnliche Weise, wie bei der Heerdformerei beschrieben worden, herausgenommen, die Form mit Dämmbretern und mit kleinen, glatten, metallenen Kellen nachgebessert. Da, wo der Einguß ist, macht man im Unterkasten eine Vertiefung, die, sich nach dem Rande des Modelles hebend, in die Form einmündet. Die Oeffnung muß nicht so klein sein, daß sie das Eisen im Einlaufen hindert, jedoch, wie alle Eingüsse, möglichst schmal, damit sie sich nach dem Erkalten leicht abschlagen lassen. Die Form wird nun mit feinem Kohlenpulver geschwärzt, der obere Kasten wieder auf den untern gesetzt, und, je nach der Stärke des Gußstücks, mit mehr oder weniger Gewichten beschwert, damit das flüssige Eisen den Oberkasten nicht abhebe. Sehr große Formkasten sind inwendig mit Stäben u. dgl. versehen, um dem Formsande mehr Anhaltungspunkte zu geben, damit er beim Abheben der Kästen nicht herausfalle.

Sind die Gußstücke kleiner, so geschieht das Formen auf einer Bank, und im Allgemeinen ganz wie

oben; den ersten Modelltheil legt man mit der zu formenden Seite nach oben auf ein sogenanntes Modellbret, bringt den dazu gehörigen Kasten darüber, formt ihn ein, dreht ihn, den Kasten nach unten um, nimmt das Modellbret herunter und verfährt nun ganz so weiter, wie bei dem Formen mit unbeweglichem Unterkasten beschrieben worden. Auch bei drei und mehren Formkästen bleibt sich die Prozedur im Wesentlichen gleich.

Soll das Gußstück hohl werden, so wird die Höhlung durch einen Kern gebildet, den man nach dem Erkalten heraus schafft. Das dabei anzuwendende Verfahren ist ein zweifaches, je nachdem der Kern auf einer breiten oder schmalen Basis ruht; im erstern Falle, z. B. beim Topfguß, wird der innere Raum, der Kern, gleich mit in die Kästen geformt, nur so, daß er auf einem eigenen Kasten ruht; im letztern, z. B. bei Granaten und Bomben, wird nur die äußere Gestalt in die Kästen geformt, die innere in mehr lehmhaltigen Sand, auf einer eignen Kernstange in besondere Kästen geformt, getrocknet und dann in die Form eingehängt.

Die Topfförmerei ist ein sehr wichtiger Gegenstand für die Eisengießereien und das dabei angewendete Verfahren folgendes. Fig. 7 Taf. V. stellt einen bauchförmigen Topf sammt der Lade dar. Das aus Messing bestehende und genau aus- und abgedrehete Modell ist nach der Axenlinie in zwei gleiche Hälften geschnitten. Diese beiden Stücke werden, die Oeffnung unten, auf ein scheibenförmiges, an seiner Peripherie mit einem Falz versehenes Bret gesetzt und darüber her den Mitteltheil a der Lade. Dies besteht wiederum aus zwei halbkreisförmigen Stücken, die mittelst über Stifte greifende Haken zusammengehalten werden und inwendig, da, wo sie zusammentreten, bis an das Modell reichende Zun-

gen von Blech haben, um den Sand zu halten und das Auseinandernehmen beider Hälften zu erleichtern. Der auf einem Modellbrete stehende Mittelkasten wird nun voll gestampft und die Oberfläche mit trokkenem Sande bestreut. Darauf wird der Oberkasten b auf den Mittelkasten a gesetzt. Jener ist mit Stiften, dieser mit Lappen versehen, die Löcher haben, und in welche die Stifte treten; Haken halten beide Kasten zusammen. Auch dieser Kasten wird voll Sand gestampft, nachdem vorher auf dem Boden des Topfes Modelle zu den Füßen, zu dem Eingusse und zu einer Windröhre angebracht worden sind. Nun wird ein Modellbret auf den Kasten gelegt, beide Theile werden umgekehrt, so daß a oben hin kommt, das scheibenförmige Bret wird weggenommen, das Innere des Topfmodelles wird mit Sand ausgefüllt und fest gestampft und durch ein cylindrisches Stück Holz eine Luftröhre darin gelassen und endlich werden mit einem Spieße noch mehre Löcher hineingestochen. Dann wird das Untertheil c der Lade aufgesetzt, an den Mittelkasten auf die bekannte Weise befestigt und bis auf die Luftröhre vollgestampft, dann das Modell zu der letztern herausgezogen, ein Modellbret mit einem auf die Luftröhre passenden Loche darauf gelegt und die ganze Lade wieder umgekehrt, so daß sie die in der Figur angegebene Stellung bekommt. Man macht nun an dem Oberkasten die Haspen los, hebt ihn an den Griffen ab, löst darauf alle Haspen an dem Mittel- und Unterkasten, zieht die beiden Hälften von jenem aus einander, worauf das Modell von allen Seiten frei steht und die beiden Hälften von dem Sandkerne abgezogen werden können. Die Fußmodelle werden aus dem Oberkasten herausgezogen. Die Form wird nun mit Löffeln geputzt, gestäubt, noch einmal geputzt, die verschiedenen Ladentheile

werden vorsichtig wieder zusammengesetzt und es wird endlich zum Abguß geschritten. — Hat das Gefäß die Gestalt eines abgestumpften Kegels, so braucht das Modell nicht zerschnitten und die Lade nur zweitheilig zu sein. Das Obertheil der Lade wird auf einmal von dem Modelle und dieses auf einmal von dem Kern abgezogen.

Röhren gießt man ebenfalls in feuchte Sandformen; die Kerne dazu werden entweder aus Lehm auf Strohseile, die über eine dünne Spindel aufgewickelt sind, aufgetragen, oder sie bestehen aus durchlöcherten eisernen, mit Lehm bekleideten Röhren. In beiden Fällen müssen sie stark getrocknet werden. Sie ruhen mit ihren Axenenden in Vertiefungen, welche in den Querwänden des Unterkastens der Röhrenform angebracht sind. Man gießt die Röhren bei einer Neigung von 45° gegen den Horizont. Das senkrechte Gießen wäre beschwerlich, und beim horizontalen Gusse würde die obere Hälfte der Röhre schaumig und löcherig werden.

Wenn man Artikel zu gießen hat, die keine harte Oberfläche bekommen sollen, die sehr großer Haltbarkeit bedürfen, ferner solche, wo die Form sehr weit vorspringende Ausbiegungen haben muß, so kann man nicht in nassen Sand; man muß dann trockene und dem flüssigen Eisen mehr Widerstand entgegensetzende Formen anwenden, und bedient sich dazu der zweiten Methode der Förmerei, der Massenförmerei, die sich nur darin von der Sandförmerei unterscheidet, daß der Sand mehr Thon enthält und daß die fertige Form ausgetrocknet wird. Je mehr die obigen Bedingungen gesteigert werden, desto fetter muß der Sand sein; in eben dem Maße wird aber auch die Hitze beim Trocknen verstärkt werden müssen, weil die Feuchtigkeit, die hier nicht durch die Formwände entweichen kann, sich sonst

durch das Eisen einen Ausweg bahnt. Alle Operationen sind vollkommen so, wie bei der Förmerei mit nassem Sande in Kasten. Die Masse wird nach dem Mengen gebrannt und gesiebt, und möglichst wenig angefeuchtet. Will man schon einmal gebrauchte Masse wieder anwenden, so muß man sie mit Lehmwasser anfeuchten. — Man formt auf diese Weise Geschütze, Maschinentheile ꝛc. — Mit sehr großem Vortheil bedient man sich zur Massenförmerei eines Gemenges aus fettem Sande und Koaks, das bei guter Behandlung sehr glatte Eisenflächen gibt. Diese Masse leitet dabei die Wärme schlechter als die gewöhnliche, so daß die darin gegossenen Stücke viel langsamer erkalten. Auch sind die Formen poröser und lassen die Feuchtigkeit besser durch. Die Wände der Formkasten müssen durchbrochen sein. — Nach dem Formen wird die Formwand mit einem Wasser, worin sehr viel Pferdemist eingerührt und das dann durch ein leinenes Tuch geschlagen worden, angestrichen, dann bringt man die Form 24 Stunden in eine stark geheizte Trockenkammer, und schwärzt sie dann mit Wasser, worin drei Eimer Pferdemist, $\frac{3}{4}$ Kohlenstaub und $\frac{1}{4}$ Pfeifenthon eingerührt sind. Darauf trocknet man die Form abermals 18 Stunden, aber weniger stark und setzt die Kasten wieder zusammen. Die Schwärze darf nicht zu dick aufgetragen werden, sonst löst sie sich beim Gusse ab, geht in das flüssige Eisen und bringt darin Absonderungen hervor, die nach dem Erkalten mit dem Hammer leicht weggeschlagen werden können und das Gußstück unbrauchbar machen.

Die Bijouterien und kleinen Kunstsachen werden ebenfalls in Masse geformt. Man siebt auf das Modell die feinste Masse und füllt die Formkasten mit gröberer recht fest an. Die Kasten werden dann im offenen Feuer getrocknet, dann mit der

Formfläche nach unten auf eiserne Stäbe gelegt, und indem man mit angezündeten sehr fetten Kienstücken, oder mit einer stark rauchenden Oellampe darunter umher fährt, stark angeraucht, und dann wieder ans Feuer gebracht.

Bei sehr großen Gußstücken, für die das Anschaffen von Formkasten zu theuer würde, zumal wenn nicht dauernd dasselbe Gußstück gefertigt werden soll, bedient man sich der Formen in noch fetterm Sande, in Lehm, der für sich, oder mittelst eiserner, oder gemauerter Gerüste, die nöthige Haltbarkeit bekommt. Alle größern Cylinder, Kessel u. s. w. werden auf diese Weise geformt. Die Kerne werden gewöhnlich hohl, auf eiserne Platten gemauert; auf die Kerne wird das Modell des zu gießenden Stücks in Lehm aufgetragen, über dieses die Form (Mantel) in Lehm, oder wo es angeht, in Mauersteinen gebildet, diese abgehoben, das Modell (Hemde, Rock), welches von dem Kern und dem Mantel durch eine mit dem Pinsel aufgetragene Schicht von Aschenbrei abgelöst gehalten wird, zerstört und weggeschafft, der häufig aus mehreren Theilen bestehende Mantel wieder über den Kern gesetzt und gegossen. Bei runden Körpern kann man auch die Form ohne Modell bilden, indem man eine Chablone, die sich um eine Axe dreht, als Modell anwendet, den Mantel und den Kern jeden für sich mit einer eigenen Chablone anfertigt, und sie dann erst über einander bringt. Die zum Mauern gebrauchten Ziegeln bestehen aus $\frac{2}{3}$ Lehm und $\frac{1}{3}$ Sand, und sind keilförmig; der Mantel ist Lehm. Mantel und Kern werden mit Schlichtlehm überzogen, der aus $\frac{1}{4}$ frischem und $\frac{1}{4}$ schon einmal gebranntem Lehm und $\frac{1}{4}$ Dünger besteht. Das Trocknen geschieht gewöhnlich (bei großen Artikeln immer) bei freiem Feuer, und muß bei großen Stücken 3—4 Tage fortgesetzt werden;

ist der Mantel hoch, so muß das Trocknen mittelst eines Feuerbeckens geschehen, das mit Kohlen gefüllt und an den Wänden heraufgezogen wird. Die entstehenden Risse werden mit dünnem Lehm verwaschen, worauf die Form nochmals mehre Tage lang getrocknet wird. Zum Schwärzen bedient man sich häufig eines Gemenges von 16 Maß feinem Holzkohlenstaub, 1 Kochsalz, 10 heißem Wasser, 1 Weizenmehl und aus etwas Urin.

Ueber das Gießen wurde schon weiter oben Manches gesagt. Mit Kellen werden alle kleinern und mittlern Artikel gegossen; bei großen läuft dagegen das Eisen unmittelbar aus dem Hoh-, Kupol- oder Flammofen in die Form, die meist dicht vor dem Abstiche in einer Grube (Dammgrube) aufgestellt ist. Gewöhnlich wird die Form in derselben durch umhergestampfte Erde fest gehalten, doch bei täglichem Benutzen derselben Grube ist es nicht wohl möglich, so viele Erde immer herein als heraus zu schaffen. Man schraubt dann die Form mittelst des Unterkastens auf einen eisernen Fuß am Boden der Grube und hält sie oben durch dagegen gestemmte Balken.

Vor dem Abstichholz legt man Rinnen von trockenem Sand an, die etwa 3 Fuß vor dem Abstiche eine größere Vertiefung, den Sumpf, bilden; von diesem, wo das Eisen, wenn es aus zwei Oefen kommt, sich mengt, und wo es beim Guße ein wenig mittelst mit Lehm beschlagener, heißer Vorsetzschaufeln fest gehalten wird, um im Falle eines augenblicklichen Verstopfens des Ofens doch einen gleichmäßigen Fluß erhalten zu können, läuft es in eisernen, mit Lehm beschlagenen Rinnen in die Form. Alle Rinnen, so wie der Sumpf, werden kurz vor dem Abstechen mit heißer Asche beworfen; die auf

dem Eisen schwimmenden Schlacken hält man mit der Vorsetzschaufel ab.

In tiefe Formen läßt man das Eisen nicht immer gern von oben herabfallen, weil man fürchtet, die Form zu beschädigen und Luftblasen einzuschließen. Man bringt daher neben der Form eine eben so lange Röhre (Steigerohr) aus hohlen Thonkegeln, die in einander stecken, an, die unten in die Form mündet, und das Eisen ihr von unten zuführt, so daß es allmählig in ihr steigt. Jedoch hat diese Gußmethode das Nachtheilige, daß sich dabei das Eisen zu sehr abkühlt.

Das Erkalten der gegossenen Artikel ist von dem entschiedensten Einflusse auf ihre Haltbarkeit. Gewöhnlich begeht man auf den Gießereien den Fehler, die Formen, um die Kasten bald wieder gebrauchen zu können, zu zerschlagen, wenn das Eisen nur eben nicht mehr flüssig ist; jedoch schadet dies der Haltbarkeit unbedingt und das spätere, obendrein kostbare Adouciren gleicht die zerstörte ruhige Ablagerung der Theile nicht wieder aus. Man sollte daher kein Gußstück eher aus der Form nehmen, bis es gänzlich erkaltet ist. Nur wenn ein Gußstück sehr verschiedene Metallstärken, und dabei sehr dünne hat, ist es gut, die dicken Dimensionen bald zu entblößen, damit sie mit den dünnen, mit der Formmasse bedeckt bleibenden, zugleich erkalten, weil sonst das Stück leicht zerspringt. Selbst bei den schlechtest leitenden Formen wird die Oberfläche auch der dicken Gußstücke hart und rostet schwerer als eine blanke Eisenfläche. Will man nur einzelne Theile eines Gußstücks härten, z. B. die Bahn von großen Hämmern und Ambossen, so kann man dies gleich beim Gusse selbst thun, indem man an diese Stelle der Form eine mit Theer angestrichene Platte von Guß- oder Schmiedeeisen legt, die das flüssige Eisen hier

schneller abkühlt und dadurch härtet. — Harte Walzen, die bei der Anfertigung aller Arten von Blechen, sowohl des Schwarzbleches, als auch der feinsten Metallbleche erforderlich sind, werden in Formen gegossen, die für die Zapfen aus Masse, für den Walzenkörper aber aus gußeisernen gut ausgebohrten Kapseln bestehen *).

Selten lösen sich die Eisenflächen ganz glatt von der Form, man beputzt sie daher mit Meißel und Feile, und dreht sie, wo es angeht, ab. Kleinere Sachen ziselirt man, doch müssen sie dazu vorher adoucirt werden. Die ersten groben Theile an gröbern Gußstücken werden mit Feilen weggeschafft, die man aus sehr hartem Eisen gießt. Die Gußnäthe dünnerer Artikel, die ein Hämmern nicht aushalten würden, schleift man auf nassen Steinen ab.

Das **Adouciren** (**Anlassen** oder **Tempern**) geht nur einige Linien tief, wenn aber das Gußstück nicht einen Drittelzoll an Dicke überschreitet, durch und durch. Man wandelt dadurch nicht allein weißes Roheisen, das durch zu rasches Erkalten entstanden, in graues um, macht nicht blos die Oberfläche des grauen Eisens weicher, sondern gibt dem Gußeisen eine Biegsamkeit, die es sonst auf keine Weise erhält. Man kann, wenn man sich dieser Methode bedient, Nägel aus Gußeisen bereiten, die den geschmiedeten wenig nachgeben. Die kleinen zu adoucirenden Gußstücke werden mit feinem Thon oder Eisenoxyd, oder mit sonst einem feuerbe-

*) Das bis jetzt geheim gehaltene Verfahren, Hartwalzen anzufertigen, von denen der Zentner in England früher 120 Rthlr., in Berlin jetzt 70 Rthlr. kostet, ist sehr genau in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde, Bd. VII. S. 1—112 beschrieben. Siehe auch Bd. VIII. S. 254.

ständigen, pulverförmigen Körper geschichtet, in Tiegel gepackt, diese luftdicht verkittet, und der Tiegel einer mehrstündigen, starken Hitze ausgesetzt. Man läßt dann das Feuer allmählig ausgehen, und den Tiegel vollkommen abkühlen, ehe man ihn öffnet. Auch Rohzucker und selbst Syrup sollen gute Adoucirmittel sein.

Größere Gußartikel werden, wenn sie fertig sind, mit Theer, oder mit Leinöl und Graphit bestrichen, oder Stubenöfen mit letzterm allein, der mit Branntwein angemengt wird, geputzt. Die Luxuswaaren überzieht man mit einem Firnisse, der aus Leinölfirniß, ½ Loth Kienruß, ¼ Loth Bleiglätte, ¼ Loth weißem Vitriol und ½ Loth Indigo besteht. Diese Artikel werden dann in einer Muffel erhitzt, will man einen blanken Ueberzug, eine kürzere, will man ihn matter, eine längere Zeit. Der Ueberzug wird dreimal wiederholt.

Kochgeschirre werden inwendig entweder verzinnt oder emaillirt. Das Verfahren bei dem Verzinnen ist kurz folgendes. Die Geschirre werden in gußeisernen Tiegeln mit Kohlenstaub ausgeglüht und dann auf eine Drehbank gespannt und inwendig ausgedreht oder ausgeschliffen, so daß sie eine völlig glatte Oberfläche erhalten. Die angedrehten oder ausgeschliffenen Gefäße werden eine halbe Stunde lang in verdünnte Schwefelsäure gesetzt, darauf in reinem Wasser abgespült und mit einem leinenen Lappen abgerieben. Dann werden sie über Kohlen so erwärmt, daß ein Stückchen Zinn, so groß, wie zur Verzinnung ungefähr nöthig ist, darin schmilzt. Nun wird ein baumwollener Ballen von der Größe eines kleinen Apfels in Salmiakpulver getaucht und damit das geschmolzene Zinn so schnell als möglich über die ganze innere Oberfläche des Gefäßes ausgebreitet. Das übrige Zinn wird herausgewischt und

die Fläche so gleichmäßig als möglich geebnet. — Eine schöne und gleichmäßige Verzinnung beruht auf folgenden beiden wesentlichen Punkten: 1) Müssen die Gefäße sehr gleichmäßig erwärmt werden. Eine zu starke Hitze macht die Oberfläche gelb und blau, der Salmiak verflüchtigt sich, das Zinn haftet nicht mehr auf dem Eisen und das Gefäß muß von Neuem gebeizt werden. Bei einem zu geringen Hitzegrad bleibt dagegen das geschmolzene Zinn während des Anreibens stellenweis in dicken Klumpen stehen und es läßt sich nicht weiter vertheilen. 2) Das Anreiben des Zinns mittelst Salmiak muß sehr schnell und über alle Stellen der Fläche geschehen; auch darf eine öftere Wiederholung des Reibens auf den bereits gut verzinnten Stellen nicht statt finden, da sonst das Zinn, bei der noch starken Wärme wieder weggewischt wird.

Das **Emailliren** ist noch Fabrikgeheimniß; das Verfahren ist im Allgemeinen Folgendes: Die Gefäße werden inwendig mit verdünnter Schwefelsäure ausgebeizt und dann mit Wasser ausgespült. Die Emailmasse bereitet man auf die Weise, daß man gestoßenen und geschlemmten Quarz mit Borax schmilzt, die erkaltete Masse stößt und schlemmt und mit geschlemmtem Pfeifenthon und Feldspath auf Granitsteinen vermahlt. Man bildet daraus mit Wasser eine teigige Masse, gießt davon eine kleine Quantität in das noch nasse Eisengeschirr, schwenkt dies auf allen Seiten, damit es überall gleichförmig mit der Masse bedeckt werde, gießt das Uebrige aus, streicht dann mit einem Holze 1 Linie breit vom Rande des Gefäßes die Emailmasse ab, und bepudert das Innere mit der in einem leinenen Sacke befindlichen, aus Borax, Zinnoxyd und Flußspath bestehenden Glasur. Das Gefäß wird etwas getrocknet und dann unter eine große Muffel ge-

bracht, wo es in wenigen Minuten rothglühend ist; in dieser Temperatur schmilzt die Emailmasse auf, und das Gefäß ist dann fertig.

Die Stabeisenbereitung.

Man stellt das Stabeisen entweder unmittelbar aus den Erzen oder aus dem Roheisen dar; jedoch ist der erstere Prozeß, auf den wir am Ende dieses Abschnittes zurückkommen, jetzt nur noch selten. Bei dem zweiten gewöhnlichen Verfahren muß der Kohlegehalt des Roheisens durch Verbrennen, d. h. durch den Zutritt von Sauerstoff, oder durch die Einwirkung des wieder gebildeten oxydirten oder verschlackten Eisens auf das kohlehaltige verschlackt werden. Diese Abscheidung der Kohle oder das Verfrischen des Roheisens geschieht entweder in Heerden oder Feuern mit Gebläsen, oder in Flammenöfen.

Das Stabeisen wird in der Temperatur der Heerde und Oefen nie tropfbar flüssig, da die Strengflüssigkeit des Eisens mit dem abnehmenden Kohlegehalt zunimmt, dagegen eine andere Eigenschaft eintritt, nämlich die Schweißbarkeit, durch welche mehre gebrannte Eisenmassen in der Glühhitze auf das Vollkommenste mit einander vereinigt werden können. Bei den verschiedenen Methoden, welche man zur Darstellung des Stabeisens anwendet, erhält die dargestellte Eisenmasse eine sehr verschiedenartige äußere Gestalt; man nennt sie Luppe, Deut, Stück, Wolf rc. und läßt sie zuweilen zu einem Gewicht von mehren Zentnern, zuweilen nur zu wenigen Pfunden anwachsen. Man gibt dieser Eisenmasse unter großen Hämmern allein, oder unter diesen und zwischen Walzen, oder zwischen letztern allein, die sehr verschiedenartige Gestalt, in welcher das Stab-

eisen in den Handel verlangt wird. Auch wird das Eisen durch dieses Ausschmieden und Auswalzen verbessert.

Vorbereitung des Roheisens zum Verfrischen.

Alle diese Verfahrungsarten bestehen darin, das graue Roheisen in weißes umzuändern, da letzteres die für den Frischprozeß so wichtige Eigenschaft, in der Schmelzhitze erst eine teigige Masse zu bilden, nur allein besitzt. Da man nun aber, aus weiter oben erörterten Gründen, in der Regel nur graues Roheisen produciren kann, welches sich nicht für alle Frischprozesse eignet, so muß es entweder in weißes verwandelt, oder, was noch besser ist, es muß der Kohlegehalt vermindert werden. Die dazu angewendeten Methoden sind folgende:

1) Das Ablöschen des aus dem Schmelzofen rinnenden Roheisens mit Wasser; oder

2) das Granuliren. Durch beide Operationen wird der Verbindungszustand des Eisens nur wenig verändert.

3) Das Scheibenreißen oder Blattlheben unmittelbar beim Schmelzofen, wovon schon bei der Roheisenproduktion die Rede war. Gewöhnlich wird der Kohlegehalt des Scheibeneisens durch Cementiren mit atmosphärischer Luft, oder durch das sogenannte Braten in Bratöfen oder Bratheerden vermindert.

4) Das Umschmelzen des grauen Roheisens (hartzerrennen) in einem besondern Schmelzheerde (Hartzerrennheerde) bei Holzkohlen und das Scheibenreißen des eingeschmolzenen Roheisens.

5) Das Hartzerrennen mit gaarenden Zuschlägen zu einer an Kohle ärmern Roheisenmasse,

welche nach dem Erstarren aus dem Heerde gebrochen (zuweilen noch im weißglühenden Zustande) zerschlagen und dann zur Frischarbeit abgegeben wird.

6) Das Füttern des Ofens, von welchem schon bei der Gießerei geredet worden ist.

7) Das Weißmachen des grau erblasenen Roheisens unmittelbar im Untergestell des Schmelzofens, durch einen auf die Oberfläche desselben geleiteten Windstrom des Gebläses, das sogenannte Läutern oder Destilliren. Sobald nämlich das Gestell mit Roheisen angefüllt ist, wird unmittelbar über der Formöffnung eine etwa zwei Zoll lange Nase von Lehm oder bald erstarrender Schlacke gebildet, die im Gestell befindliche Schlacke rein abgezogen und der volle Windstrom auf das Eisen geleitet, so daß dieses in eine wallende Bewegung geräth. Der Vorheerd wird mit starrer Schlacke möglichst geschlossen, damit das Eisen nicht über den Wallstein geworfen werden kann. Das weißgemachte Roheisen wird darauf abgelassen.

8) Das Umschmelzen des Roheisens in sogenannten Feineisen- oder Raffinirfeuern ohne Zuschläge, oder die sogenannte Feineisenbereitung. Die Feineisenfeuer haben, mit mehr oder weniger unwesentlichen Abänderungen, die Einrichtung, wie sie die Fig. 8 Taf. V. im Aufrisse und Fig. 9 im Grundrisse darstellt. Es sind hier nämlich: **A** die Windkasten, welche mit dem Gebläse in Verbindung stehen und aus welchen der Wind dem Heerde durch die 4 Düsen und die 4 Wasserformen (deren auch häufig 6 vorhanden sind) zugeführt wird; **B** die die Formzacken eines gewöhnlichen Frischheerdes vertretenden eisernen Wasserkasten, in deren zweien sich zugleich die Oeffnungen für die Düsen befinden und die durch hindurchgeleitetes Wasser so abgekühlt werden, daß sie durch die heftige

Hitze nicht schmelzen. Diese Kasten und die Formen stehen mit einem höher liegenden Wasserreservoir in Verbindung, von welchem blecherne Röhren abgehen. Das erwärmte Wasser wird wiederum abgeleitet. **C** die Vorwand des Feuers, eine starke gußeiserne Platte, die mit einer Abstichöffnung **c** versehen ist. **D** Umfassungsmauern des Feuers; **E** gußeiserne Ständer, welche die Esse **F** tragen; **G** gußeiserne Rinne oder Form, in welche das Feineisen abgestochen wird; sie wird inwendig mit einem dünnen Lehmbrei bestrichen, damit sich das Feineisen besser ablösen läßt, daher der Ueberzug nach jedem Abstich erneuert werden muß. Die Form erhält etwas Neigung und unter derselben ist, um sie kühl zu erhalten, ein Wasserkasten **H** angebracht; **I** der aus Sand bestehende Heerdboden.

Der Heerd wird mit Koaks, am besten aus stark backenden Steinkohlen, angefüllt, dann das Gebläse angelassen und wenn die Koaks in Gluth sind, das Roheisen (20—30 Centner nach der Größe des Feuers) in Stücken von $\frac{3}{4}$—1 Ctr. Schwere nach und nach aufgesetzt und niedergeschmolzen, welches in ohngefähr 3 Stunden geschieht. Die Roheisenstäbe dürfen nicht so schnell durch die Koaks fallen, weshalb sie von Zeit zu Zeit mit Brechstangen gehoben und über der Form erhalten werden müssen. Der Heerd muß immer voll Koaks erhalten werden. Beim Abstechen des Eisens fließt auch die sich bildende Schlacke mit ab, trennt sich aber durch Besprengen mit Wasser leicht von dem Eisen. Das Feineisen ist um so vollkommener, je mehr es sich dem Zustande des luckigen Flusses nähert. Zur Beförderung des Weißwerdens wendet man hin und wieder Glühspan oder Abfälle von den Walzwerken als Zuschlag an. — Durch das Niederschmelzen vor dem Winde und durch die fortgesetzte Einwirkung

des Windstroms auf das flüssige Roheisen im Heerde, wird nicht blos der Kohlegehalt des Eisens vermindert, sondern auch der Gehalt an Phosphor, Silizium und Mangan größtentheils abgeschieden, so daß das Roheisen durch diese Umschmelzarbeit auf das vollständigste und vollkommenste für die Frischarbeit vorbereitet wird. Das in den Flammenöfen zu verfrischende Roheisen muß alles erst in Feineisen verwandelt werden.

Vorrichtungen, um dem Stabeisen die äußere Gestalt zu geben. — Dies sind entweder Hammer- oder Walzwerke. — Die Hammerwerke unterscheiden sich nach der Art, wie der Hammer gehoben wird, in Aufwerf-, Schwanz- und Stirnhämmer. Die erstern Fig. 1 und 2 Taf. VI. sind als einarmige Hebel zu betrachten, an deren einem Ende der Drehpunkt, die Hülse cc, am andern der Hammer befestigt ist; die Kraft, welche den Hammer hebt, die Frösche oder Daumen b b der Wasserradwelle a greift unter den Hammerhelm und wirft ihn gegen den Reitel d, welcher den Zweck hat, den Hub des Hammers zu begränzen und durch dessen Anprallen ein desto kräftigeres und schnelleres Herabschlagen zu bewirken. Die Lage des Amboßes correspondirt mit der Hammerbahn; derselbe muß, so wie das ganze Hammergerüst recht fest stehen, weshalb dazu, besonders wo kein fester Boden vorhanden, viel Holz erforderlich ist. Man construirt daher auch viele Hammergerüste von Gußeisen, die weit einfacher sein können. e der Drahmbaum, f die Drahm-, g die Reitel- und h die Hüttensäule, i, i die Büchsensäulen, in deren Büchsen die Hülse eingelegt wird; k der Hammer- oder Amboßstock, in welchem oben ein eisernes Gehäuse für den Amboß, die Chabotte, befestigt ist,

in welcher man den Amboß festkeilt, um ihm verschiedene Stellungen geben zu können.

Der Schwanzhammer, Fig. 3 und 4 Taf. VI., ist dagegen ein zweiarmiger Hebel; der am längern Arme befestigte Hammer wird so bewegt, daß der Daumen b einer Welle a den kleinern Arm niederdrückt; damit das Niederdrücken begränzt werde, bringt man einen Prellklotz d an, gegen welchen der Schwanzring e schlägt. Die Schwanzhämmer sind leichter als die Aufwerfhämmer und haben eine größere Geschwindigkeit bei geringerem Hube. Auch die Schwanzhammergerüste werden häufig aus Eisen construirt.

Der Stirnhammer, Fig. 5 Taf. VI., endlich ist ein Aufwerfhammer, welcher vorn am Kopfe, oder nach der hier dargestellten bessern Einrichtung, an einer unten angebrachten Verlängerung des Helms gehoben wird, und, da er blos durch seine Schwere wirkt, ein Gewicht von 60 bis 80 Centner besitzt, wogegen die gewöhnlichen Aufwerfhämmer nur 3—5 Ctr. wiegen. Man wendet diese Hämmer nur zum Zusammenschlagen der Balls oder Luppen vom Verfrischen des Roheisens in Flammenöfen, ehe sie unter die Walzen gebracht werden, an. A der mit dem Helm G aus einem Stück gegossene Hammer mit der eingesetzten Bahn B, C der Amboß, D der Hammerstock, E das Hammergerüst, F die durch Dampf-, seltener durch Wasserkraft bewegte Welle mit den beiden Hebedaumen, die den Hammer heben, der dann durch sein eigenes Gewicht niederfällt. Die punktirt dargestellten Theile der Figur liegen unter der Hüttensohle. Der hier dargestellte Hammer hat vor den gewöhnlichen Stirnhämmern den Vorzug, daß man frei von allen Seiten zum Amboß gelangen kann.

Die **Walzwerke** wirken bei weitem schneller, als die Hammerwerke und sind besonders da unentbehrlich, wo große Quantitäten Stabeisen producirt werden sollen. Außerdem liefern sie egalere und feinere Stäbe und das Blech kann unter Hämmern nie zu der nöthigen Vollkommenheit gebracht werden. Entweder haben die Walzwerke **Ständer-** oder **Pilarengerüste**; letztere sind aber nur bei den Blechwalzwerken üblich; erstere findet man überall bei den Stabeisenwalzwerken. Festigkeit des Gerüstes und genaues Ineinandergreifen der Walzen sind Haupterfordernisse. Nicht selten kommt der Fall vor, daß Eisen von Dimensionen verlangt wird, wie sie die Kaliber der vorhandenen Walzen nicht haben, daher andere mit passenden Kalibern eingelegt werden müssen, deren Länge sich aber nicht im Voraus bestimmen läßt, weshalb einer von den Ständern verschiebbar sein muß. Dagegen ist die Verschiebbarkeit der Ständer bei denjenigen Walzwerken nicht erforderlich, in denen Quadratstäbe angefertigt werden sollen, sobald die Walzen die Länge haben, daß darin die Einschnitte für die stärksten, bis zu den schwächsten Quadratstäben in regelmäßig abnehmender Größe eingedreht werden können. Eben so wenig sind zu den sogenannten Präparirwalzwerken, Fig. 6 Taf. VI., die zur Anfertigung von Kolben oder Plattinen aus den im Flammofen gefrischten Eisenmassen dienen, verschiebbare Ständer nöthig.

In der Regel liegen in jedem Gerüste nur zwei Walzen, so daß der auszustreckende Stab, wenn er wieder durchgesteckt werden soll, von dem an der hintern Seite des Walzwerks stehenden Arbeiter, über die obere Walze dem Walzer an der Vorderseite des Gerüstes zurückgegeben werden muß. Starke Stäbe kommen oft nach 12—14 Durchgängen noch sehr stark rothglühend aus den Walzen; beim Auswal-

zen von langem und dünnem Eisen würde dasselbe sehr bald erkalten, weshalb die Umgangsgeschwindigkeit 180—240 Mal in der Minute beträgt. Auch werden zu den feinern Eisensorten Gerüste mit drei über einander liegenden Walzen angewendet (Fig. 1 bis 3 Taf. VII.), so daß der von vorn nach hinten durch die untere und mittlere Walze gegangene Stab von hinten nach vorn durch die mittlere und obere geht.

Die untere, mit der bewegenden Kraft in Verbindung stehende Walze theilt die Bewegung der obern durch Kuppelungsräder oder Getriebe mit, weshalb sich beide Walzen in umgekehrter Richtung bewegen. Die Zapfen der untern Walze liegen in Lagern, die auf der Sohlplatte ruhen; die obere Walze aber hat keine so feste Unterlage, sondern sie muß dieselbe durch zwei Zapfenlager erhalten, von denen das untere die Zapfen der obern Walze trägt, das obere aber dazu dient, den vermittelst einer Schraube erhaltenen Druck auf den Walzenzapfen fortzusetzen. Diese Schraube bewirkt, daß beide Walzen ihre gegenseitige vertikale Lage unverändert beibehalten müssen. — Die gußeisernen Lager sind mit kupfernen oder messingenen Pfannen, oder nur mit schwachen Futtern versehen. Die Stellschrauben und deren Muttern können aus Gußeisen bestehen und steile Gewinde haben.

Die Stabeisenwalzen müssen aus möglichst hartem und dichtem Roheisen mit großer Vorsicht gegossen und die Kaliber müssen mit großer Genauigkeit eingedreht sein. Zu weiche Walzen liefern roth und schlecht aussehendes Eisen. Die Stärke und die Länge der Walzen ist sehr verschieden; Präparirwalzen macht man nie unter 14, und gewöhnlich nicht über 24 Zoll stark, und $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$ Fuß lang; Stabeisenwalzen für die gröbern Sorten erhalten ei-

nen Durchmesser von 10—18, und für die feinern Sorten von 7—10 Zoll, und eine angemessene, von den Umständen abhängende Länge.

Die Präparirwalzwerke, Fig. 6 Taf. VI., dienen zum Auswalzen der bei dem Flammenofenfrischen erhaltenen Eisenklumpen oder Balls, die entweder erst unter einem Stirnhammer verarbeitet werden, hin und wieder aber auch sogleich unter die Walzen kommen, unter denen sie zu Plattinen oder Kolben ausgewalzt werden, die alsdann unter die Stabeisenwalzwerke, Fig. 1—6, Taf. VII. kommen und daselbst zu den verkäuflichen Stäben ausgewalzt werden. Wir kommen weiter unten auf das Verfahren bei der Walzarbeit zurück, so wie auch die Bloch- und die Drathwalzwerke in den Abschnitten über die Fabrikation des Blechs und Drahtes beschrieben werden.

Die Umlaufsgeschwindigkeit der Walzen ist nach ihrer Stärke und Bestimmung verschieden. Bei den Präparirwalzen ist das Maximum ein 70maliger Umlauf in der Minute, bei den Stabeisenwalzen zu den gröbern Eisensorten ein 140maliger, wogegen sich die kleineren Walzen zum Ausrecken feinerer Eisensorten bis 230mal in einer Minute umdrehen müssen, um das leicht erkaltende dünnere Eisen bei voller Hitze auswalzen zu können.

Die Frischarbeit, oder die Darstellung des Stabeisens aus Roheisen. — Die Frischarbeit wird, wie schon bemerkt, entweder in Heerden (Frischfeuern), oder in Flammenöfen verrichtet. Bei der Frischarbeit in Heerden wird das Roheisen mit Holzkohlen eingeschmolzen, und dem durch ein Gebläse in den Heerd geführten Windstrome ausgesetzt. Bei der Frischarbeit in Flammenöfen wird das Roheisen in einem glühenden Luftstrom auf dem Flammenofenheerde ohne Zusatz von

Kohle behandelt. Weil der Zweck der Frischarbeit vorzüglich darin besteht, dem Roheisen den Kohlengehalt zu entziehen, so muß das Frischen in Flammenöfen ein vollkommenerer Prozeß sein, als das Frischen in Heerden, in welchen die Berührung mit Kohlen, die als Mittel zum Schmelzen des Roheisens dient, gar nicht vermieden werden kann. Dennoch ist das in den Heerden dargestellte Stabeisen oft von größerer Güte, als das in Flammenöfen gefrischte. Das rührt aber nur daher, weil die bei dem Roheisen befindlichen fremdartigen Substanzen (Erdblasen, Schwefel und Phosphor) durch den Luftstrom des Gebläses in den Heerden vollständiger oxydirt werden können, ohne einen so großen Eisenverlust als bei dem Frischen auf dem Heerde des Flammenofens zu erleiden. Roth- und kaltbrüchiges Stabeisen wird durch langes Bearbeiten im Frischheerd zuletzt ziemlich fehlerlos, weil durch das wiederholte Oxydiren und Reduciren endlich alle Bestandtheile des Eisens, welche leichter oxydirbar oder schwerer reducirbar sind, als das Eisenoxydul, abgeschieden werden können. Dies ist auf dem Heerde des Flammenofens nicht möglich, weil keine Kohle zur Reduction des verkalkten Eisens vorhanden ist. Aber auch in den Frischheerden ist die Bearbeitung des Roheisens, welches fremdartige Beimischungen enthält, ohne einen großen Eisenverlust nicht ausführbar, und deshalb wird es aus ökonomischen Gründen nicht möglich, aus unreinem Roheisen ein gutes Stabeisen in den Frischheerden darzustellen.

Zur richtigen Beurtheilung der Erfolge der Frischarbeit in Heerden und in Flammenöfen ist es nothwendig, auf das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze zurück zu gehen. In den Frischheerden befindet sich das Roheisen in Berührung mit Kohle, welche sich

mit dem noch nicht damit gesättigten Roheisen verbinden würde, wenn nicht der Luftstrom des Gebläses oxydirend auf das Eisen wirkte, so daß es vollständig verschlackt werden würde, wenn es nicht wiederum die Kohlen gegen die Einwirkung des Windes schützten und wenn es diesem nicht nur so lange ausgesetzt würde, als es noch einen bedeutenden Kohlengehalt besitzt. Eine Verminderung des Kohlengehaltes durch die Gebläseluft könnte nur dadurch bewirkt werden, daß das Roheisen derselben in einem teigigen Zustande ausgesetzt würde, dessen aber das graue Eisen nicht fähig ist. Es würde daher zum Verfrischen in Heerden nur das weiße Roheisen mit geringem Kohlengehalte geeignet sein. Allein die Wirkung der Gebläseluft beschränkt sich nicht nur auf das Verbrennen des Kohlengehaltes, sondern dieses wird selbst mit oxydirt, und es entstehen Eisenoxydulsilicate (Frischschlacken), die wieder auf den noch nicht abgeschiedenen Kohlengehalt des niedergeschmolzenen Eisens wirken. Diese Einwirkung des gebundenen Sauerstoffs auf das Kohleneisen wird um so stärker, je höher die Temperatur ist, in welcher sich das Eisen befindet, und je flüssiger dieses ist. Aber die Wirkung wird auch von der Beschaffenheit der Frischschlacke abhängig sein, indem eine rohe, d. h. an Eisenoxydul ärmere Frischschlacke, fast ohne Einfluß auf das geschmolzene und erweichte Roheisen wird, während die g a a r e, d. h. an Eisenoxydul reichere Schlacke den Kohlengehalt vermindert, und die Umänderung des Roheisens in Stabeisen bald herbeiführt. Hieraus würde sich nun folgern lassen, daß sich das graue und das gaare Roheisen demnach eben so gut zum Verfrischen im Heerde eignen würde, als das weiße mit geringem Kohlengehalte. Allein das graue, oder überhaupt dasjenige Roheisen, welches plötzlich in den tropfbar flüssigen

Zustand übergeht (das rohgehende oder rohschmelzende) wird nothwendig immer mehr Zeit und mehr Kohlen erfordern, und einen größern Eisenverlust verursachen, als das weiße Roheisen mit geringem Kohlengehalt (das gaargehende oder gaarschmelzende). Aber auch durch die Geschwindigkeit und durch die Richtung des Windstromes wird der Erfolg der Frischarbeit sehr modificirt werden. Bei einem concentrirten und stark gepreßten Winde wird das Roheisen zwar schnell niedergeschmolzen, aber nicht auf die Entkohlung desselben gewirkt. Ein mehr vertheilter Wind mit geringer Geschwindigkeit wird das Niederschmelzen verzögern, aber mehr zur Entkohlung des Eisens beitragen. Ein horizontaler Windstrom wird zwar im Augenblicke des Niedergehens des Eisens vor der Form stärker auf den Kohlengehalt wirken, als ein in den Heerd geneigter Windstrom; aber dieser wird wieder die Entkohlung im Heerde nach dem erfolgten Niederschmelzen kräftiger bewirken können, als jener. Das rohschmelzende Eisen wird also einen mehr geneigten Windstrom und Wind von geringerer Geschwindigkeit erfordern, als das gaar schmelzende Roheisen, und man wird überhaupt die Geschwindigkeit des Windes in demselben Verhältnisse vermindern müssen, je mehr das Roheisen geneigt ist, plötzlich in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen. Erst dann, wenn sich der Kohlegehalt so vermindert hat, daß es im hohen Grade strengflüssig geworden ist, wird ein heftiger Windstrom die Abscheidung der letzten Antheile Kohle befördern.

Ist daher die Abscheidung der Kohle der einzige Zweck der Frischarbeit, so wird das weiße gaarschmelzende Roheisen zum Verfrischen das Anwendbarste sein; allein es sollen dadurch auch die zufälligen Bestandtheile des Roheisens abgeschieden werden, und dieser Zweck wird bei dem rohschmelzenden

weit vollständiger, als bei dem garschmelzenden erreicht, weshalb man sich auch immer des grauen Roheisens bedient, wenn dasselbe aus nicht gutartigen (Schwefel und Phosphor haltenden) Erzen erzeugt wird, oder wenn man bei strengflüssigen Beschickungen in hohen Obergestellen erblasenes Roheisen anwenden muß. Mit den größten Vortheilen wird aber immer luckiges, blumiges und leichtflüssig graues, durch plötzliches Erstarren weiß gemachtes Roheisen in Heerden verfrischt werden können; allein die überwiegenden Vorzüge der hohen und weiten Oefen vor den niedrigen und engen Oefen machen es immer weniger möglich, luckiges oder demselben sich näherndes Roheisen zu erblasen, weshalb auch das meiste zum Frischprozeß verwendete nur gaares, mehr roh- als gaarschmelzendes Roheisen ist. Das Weißmachen geschieht immer nur in einzelnen Gegenden, wo es die ökonomischen Verhältnisse gestatten.

Die Frischarbeit im Flammenofen entbehrt des Vortheiles, einen Theil des durch den Luftstrom oxydirten Eisens wieder zur Reduction gelangen zu lassen, sowie überhaupt des Vortheils, den die Holzkohle in den Heerden gewährt, indem sie die zu starke Verschlackung durch den Windstrom verhindert. Es ist daher bei dem Flammenofenfrischen eine große Vorsicht nöthig, um nicht das Roheisen einem zu starken Luftzuge und der daraus folgenden Verschlackung auszusetzen, die mit der Hitze im Ofen zunimmt. Zwar findet ebenfalls eine Einwirkung der sich bildenden Frischschlacken auf das Roheisen statt, allein mit dem Unterschiede, daß dieses der Luft eine weit größere Oberfläche darbietet, und daß keine schützende Kohle vorhanden ist. Das Roheisen wird daher gewissermaßen nur in einem fast ruhenden Luftstrome concentrirt werden müssen, damit die Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft

zum größten Theile auf den Kohlengehalt des Roheisens beschränkt bleibt. Um eine solche Wirkung hervorzubringen, ist es nothwendig, daß sich das Roheisen in einem teigartig erweichten Zustande befindet, bei welchem allein nur die theils zur Beschleunigung des Frischprocesses, theils zur Verminderung des Eisenverlustes, durchaus erforderliche ununterbrochene Veränderung der Oberfläche möglich ist. Nun sehen wir aber, daß unter allen Roheisenarten nur das weiße mit geringem Kohlegehalt (lukkiges oder blumiges) die Eigenschaft besitzt, in einer die Schmelzhitze noch lange nicht erreichenden Temperatur in einen teigartig erweichten Zustand überzugehen. Und ein solches Roheisen muß auch immer bei der Frischarbeit in Flammenöfen, wenn sie mit günstigem Erfolge statt finden soll, angewandt werden, und da es unmittelbar vom Hohofen (besonders da, wo diese Frischmethode angewandt wird) nicht erlangt werden kann; so nimmt man Feineisen dazu. — Nun macht es aber die Anwendung von Frischschlacken möglich, daß man sich bei dem Flammenofenfrischen des grauen Roheisens bedienen kann. Man nennt diese Methode, bei welcher das graue Roheisen durch gaarende Zuschläge (Frischschlacken) nach und nach in Stabeisen umgeändert wird, das Schlackenfrischen. Sie ist zwar einfacher als diejenige, bei welcher der Luftstrom vorzugsweise (wenigstens in den ersten Perioden des Processes) das wirkende Mittel ist; allein sie steht, obgleich sie weniger Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit erfordert, gegen diese deshalb im Nachtheil, weil sie schlechteres Eisen liefert. Man wendet dieses unvollkommene Verfahren auch höchstens nur da an, wo man keine andern Vorbereitungsarbeiten mit dem ganzen Roheisen vornehmen will, als allenfalls nur die, es durch plötzliches Erkalten weiß zu machen.

So einfach die hier vorgetragene Theorie des Frischprocesses auch ist, weil sie ganz allein auf das Verhalten des grauen und weißen Roheisens mit einem großen oder geringen Kohlegehalte in der Glüh- und Schmelzhitze zurückgeführt werden kann, so schwierig ist doch ihre Anwendung. Mechanische Geschicklichkeit, Gewandtheit und ein geübtes Auge müssen bei der Frischarbeit mehr thun, als alle Theorie anzugeben vermag.

Die gaarenden Zuschläge (Glühspan, Hammerschlag, gaare Frischschlacken) sind in der ersten Periode der Heerdsfrischerei, wenn das Roheisen noch reich an Kohle und zum Flüssigwerden geneigt ist, am wirksamsten. Neigt sich das Eisen aber schon zum Gaaren, so leisten die gaaren Zuschläge nur eine sehr geringe Wirkung, und es wird dann nöthig, die vollständige Entkohlung entweder durch den Windstrom aus dem Gebläse, welcher (in den Frischheerden) auf das mit glühenden Kohlen umgebene Eisen geleitet wird, oder durch einen sehr schwachen Zutritt von atmosphärischer Luft (in den Flammenöfen) zu bewirken. Deshalb leisten die gaaren Zuschläge auch um so weniger Dienste, je gaarschmelzender das Roheisen ist.

A) Die Frischarbeit in Heerden. — Die verschiedenen Methoden, deren man sich bei dem Verfrischen des Roheisens in Heerden bei Holzkohlen bedient, stimmen im Wesentlichen zwar sämmtlich mit einander überein; aber sie weichen in der Behandlung des zu verfrischenden Roheisens, zum Theil auch in den Quantitäten, welche jedesmal zu einem Frischen genommen werden, mehr oder weniger von einander ab. Vorzüglich wird der Unterschied dadurch herbeigeführt, daß bei einigen Frischmethoden nur ein sehr gaar schmelzendes Roheisen ohne alle Vorbereitung, bei andern hingegen ein roh schmelzen-

des angewendet wird, welches man zu dem eigentlichen Frischproceß auf eine mannigfache Weise vorbereitet. Diese Vorbereitung findet entweder durch einen besondern Proceß statt, oder sie wird durch das Einschmelzen des Roheisens vor dem Frischen, und durch die gleichzeitige Behandlung mit gaaren Zuschlägen bewirkt. Durch das unmittelbare Vorbereiten des zu verfrischenden Roheisens wird zwar wesentlich an Zeit bei dem eigentlichen Frischprocesse gewonnen; allein sehr oft veranlassen die Vorbereitungsarbeiten einen größern Verbrauch an Kohlen und Roheisen, als wenn die Vorbereitungsarbeit mit der Frischarbeit verbunden wird, d. h. wenn das erste Niederschmelzen des Roheisens im Frischheerde die Stelle der besondern Vorbereitungsarbeit vertritt. Bei diesem Einschmelzen wird das Roheisen mit gaaren Zuschlägen in Berührung gebracht, um durch die Einwirkung derselben einen Theil des Kohlegehaltes zu entfernen, und das Roheisen dadurch in den Zustand zu versetzen, daß es (eben so wie das durch einen besondern Proceß bereitete, oder wie das keine Vorbereitung bedürfende, gaarschmelzige Roheisen) über und vor dem Windstrome erhalten werden kann, ohne in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen. Der Frischproceß, welcher die Anwendung eines sehr gaar schmelzenden Roheisens ohne alle Vorbereitung gestattet, ist zwar immer der vollkommenste, wenn er zugleich wegen der untadelhaften Beschaffenheit des Roheisens ein festes Stabeisen liefert, weil er den geringsten Aufwand an Eisen und Kohlen veranlaßt; allein der aus dieser Beschaffenheit des Roheisens entspringende Gewinn ist nur dann als ein wirklicher anzuschlagen, wenn er dem aus dem Rohgange des Schmelzofens entstehenden Verluste gleichkommt. Alle Frischmethoden, welche das Roheisen mittelbar oder unmittelbar zum Ver-

frischen vorbereiten müssen, werden den höchsten Grad der Vollkommenheit, dessen sie überhaupt fähig sind, dann erreichen, wenn die Vorbereitungsarbeiten mit den geringsten Kosten und mit dem größten Zeitgewinne ausgeführt werden. Darauf haben indessen so viele locale Verhältnisse Einfluß, daß die Unterlassung besonderer Vorbereitungsarbeiten in einigen Gegenden sehr zweckmäßig erscheinen kann, während sie in andern als eine große Mangelhaftigkeit des Verfahrens angesehen werden müßte. Bei der Wahl der Verfrischungsmethode in Heerden, und bei der Beurtheilung ihrer Zweckmäßigkeit, kommen besonders die Art des Brennmaterials und die Preise desselben in Betracht. Wo außer den Holzkohlen auch Steinkohlen zu guten Preisen zu erhalten sind, wird es immer zu einer großen Vervollkommnung des Frischprocesses in Heerden gereichen, wenn das Ausschweißen und Ausstrecken des Stabeisens in Flammenöfen bei den Steinkohlen geschieht, und von der eigentlichen Frischarbeit getrennt wird.

Die sämmtlichen bekannten Frischmethoden in Heerden lassen sich in folgender Gestalt eintheilen:

I. Das Verfrischen mit einmaligem Einschmelzen des Roheisens.
   1) Mit einmaligem Einschmelzen ohne alle Vorbereitung des Roheisens.
      a) Die Wallonenschmiede, bei welcher jedesmal nur so viel Roheisen, als zu einem Kolben erforderlich ist, angewendet und das Ausschmieden in besondern Reckheerden vorgenommen wird.
      b) Die Löschfeuerschmiede, bei welcher das Ausschmieden in demselben Heerde statt findet.

c) Die Steyersche Einmalschmelzerei.
d) Die Siegensche Einmalschmelzerei.
e) Die Osemundschmiede, bei welcher wenig Roheisen sogleich gaar niedergeschmolzen und ausgeschmiedet wird.

2) Mit einmaligem Einschmelzen und mit Vorbereitung des Roheisens.
Die Bratfrischschmiede.

3) Mit einmaligem Einschmelzen, welches die Stelle der Vorbereitung des Roheisens vertritt und mit ein- oder mehrmaligem Aufbrechen der eingeschmolzenen Masse.
Die Deutsche Frischschmiede, mit allen ihren Varietäten und zwar:
α Die Blut- oder Klumpschmiede.
β Die Klein- oder Durchbrechfrischschmiede.
γ Die Frischschmiede.
δ Die Suluschmiede.
ε Die Halbwallonenschmiede.
ξ Die Anlaufschmiede.

II. Das Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens.

1) Mit zweimaligem Einschmelzen in demselben Frischheerde.
a) Die Müglafrischschmiede.
b) Die Brechschmiede.
c) Die Sinterfrischerei.

2) Mit zweimaligem Einschmelzen in zwei besondern Feuern.
a) Die Weich- und Hartzerrennfrischarbeit.
b) Die Kortitsch- oder Kartitscharbeit.
c) Die Südwalliser Frischarbeit.

Die zusammengesetzteste von diesen Frischmethoden ist die deutsche Frischarbeit, weil sie das Vorbereiten des Roheisens zum Frischen, das Frischen selbst, und gewöhnlich auch das Ausschmieden des gefrischten Stabeisens während des Einschmelzens oder des Vorbereitens des Roheisens zu verrichten hat. Alle Frischmethoden bedienen sich übrigens einer einfachen Feuergrube, in welche der Windstrom aus dem Gebläse geleitet wird. Diese Feuergrube (Heerd, Feuer) wird gewöhnlich aus gußeisernen Platten (Zacken) mit mehr oder weniger Sorgfalt zusammengesetzt, zuweilen aber auch wohl nur blos aus Kohlenlösche gebildet, welche durch Mauerwerk zusammengehalten wird. Man stellt die Heerde unmittelbar unter eine Esse, oder versieht sie auch wohl mit einem Mantel, welcher zu einer Esse führt, um die Funken aus dem Hüttengebäude abzuleiten. Um die bei der Frischarbeit entstehenden Schlacken aus dem Heerde zu entfernen, so wie zur größern Bequemlichkeit bei der Arbeit, legt man die Heerde nicht unter der Hüttensohle in die Erde, sondern man baut sie, nach Art eines niedrigen Ofens, über der Hüttensohle in die Höhe, so daß der Boden des Heerdes gewöhnlich in der Ebene der Hüttensohle liegt. Die obern Ränder der Heerdgrube stehen, mit Ausnahme des vordern Randes, welcher ganz frei bleibt, um mit den Werkzeugen bequem im Heerde arbeiten zu können, mit einer horizontalen Fläche von beliebiger Größe in Verbindung, welche häufig mit gußeisernen Platten ausgelegt ist, um Raum für das Roheisen und die Kohlen, sowie auch für die glühenden Kohlen und halbgefrischten Eisenmassen zu erhalten, die bei einigen Frischmethoden in gewissen Perioden des Processes aus dem Heerde gehoben und dann wieder hineingebracht werden. Die Esse oder den Essenmantel läßt man auf massiven Gewölben,

oder, um den Raum vor dem Heerde weniger zu beschränken, auf steinernen, häufiger auf gußeisernen Säulen, Pfeilern oder Platten ruhen. Die ganze Vorrichtung für einen solchen Heerd nennt man in Deutschland ein Frischfeuer oder eine Frischschmiede, im südlichen Deutschland auch wohl einen Walloß- oder Wallaßhammer (Wälschhammer) und Weichzerrennhammer.

Die deutsche Frischschmiede setzt ihre Feuergrube aus gußeisernen Platten zusammen, welche einen viereckigen Kasten bilden. Es gehören dazu eine Bodenplatte (der Frischboden oder Boden) und drei oder vier Seitenplatten (Zacken, Frischzacken), je nachdem die vordere Seite des Heerdes mit einer besondern Platte (Schlackenplatte) eingeschlossen wird, oder die Vorheerdsplatte, welche die ganze vordere Seite des Frischfeuers begränzt, zugleich auch zur Begränzung der vordern Seite des Heerdes dient. Die Seitenplatten stehen auf den hohen Kanten gegen einander. Der Vorheerdsplatte des Frischfeuers, oder auch dem Schlackenzacken gegenüber, wird der Heerd durch den Hinterzacken oder Aschenzacken begränzt. Man läßt diesen Zacken gewöhnlich über den Rand des Feuers hervorragen, theils um die durch die Flamme in den Funkenfang getriebene Asche, Sand u. s. f. zurückzuhalten, und zu verhindern, daß sie nicht in den Heerd zurückfallen, theils um die Kohlen und die in die Höhe gehobenen größern und kleinern Eisenbrokken zusammen zu halten, damit sie sich nicht außer dem eigentlichen Feuerraum zerstreuen. Zu beiden Seiten des Vorderheerdes geschieht die Begränzung des Feuers durch den Formzacken und den demselben gegenüberstehenden Gichtzacken. Ist ein besonderer Schlackenzacken vorhanden, so muß derselbe mit einem Ausschnitte (Schlackenloch) versehen sein;

vertritt die Vorheerdsplatte zugleich die Stelle des Schlackenzackens, so ist der Ausschnitt, welcher mit Kohlenlösche verschlossen wird, in der Vorheerdsplatte angebracht. Ueber letzterer liegt eine andere gußeiserne Platte, die Schlackenplatte, welche 8 bis 10 Zoll breit ist, und die als Widerlage für die Brechstange bei der Arbeit im Heerde dient. Zum Abkühlen des Feuers befindet sich unter dem Frischboden gewöhnlich eine ausgemauerte Oeffnung (Tümpelloch), welche mit einer gußeisernen Röhre oder sonst mit einem Wasserkanal in Verbindung steht. Sobald durch lange anhaltende ununterbrochene Frischarbeit die Zacken und der Boden glühend werden, müssen sie durch in das Tümpelloch geleitetes Wasser abgekühlt werden, welches nöthig ist, um das Anhängen des gefrischten Eisens an den Zacken zu verhindern. Es wird dieses Abkühlen indessen immer nur nach dem Frischen, wenn der Heerd ziemlich leer und der Hitzgrad am schwächsten ist, vorgenommen. Eine feuchte Lage der Heerde muß ganz vermieden werden, weil die Zacken dadurch zu kalt bleiben, wodurch der Frischprozeß bedeutend verzögert und der Kohlenverbrauch vergrößert wird.

Unter Länge des Heerdes versteht man die Entfernung von der Vorderseite nach dem Hinterzacken, und unter Breite die Entfernung vom Form- bis zum Gichtzacken. Beim Einbauen des Feuers werden zuerst der Form- und der Gichtzacken aufgestellt, und zwischen ihnen der Hinterzacken festgekeilt. Dann wird der Boden auf weichem Lehm eingelegt. Ist die Bodenplatte kleiner als der von den Zacken begränzte Raum, so hat man nur darauf zu sehen, daß er in die von dem Form- und Hinterzacken gebildete Ecke genau eingepaßt wird; denn die leeren Räume zwischen der Bodenplatte und Vorderseite können füglich mit Lehm ausgeklebt und mit einer

Schiene Stabeisen, oder mit schmalen Gußstücken ausgefüllt werden. Eine sehr gewöhnliche Länge des Heerdes ist 32 Zoll, und die Breite 24 bis 26 Zoll. Auf diese Dimensionen kommt es so genau nicht an, weil der eigentliche Feuerraum doch mit Kohlenlösche ausgefüllt wird. Wichtiger sind die Stellung und die Lage der Zacken und des Bodens, so wie die Entfernung des letztern von der Form. Der Gicht- und Hinterzacken stehen selten senkrecht, sondern neigen sich gewöhnlich aus dem Heerde, weil das Ausbrechen des gefrischten Eisens dadurch erleichtert wird. Dagegen neigt sich der Formzacken gewöhnlich in den Heerd, weil dadurch theils das starke Erhitzen desselben verhütet wird, theils der Form eine bessere Lage gegeben werden kann. Durch das Ueberhängen dieses Zackens in den Heerd läßt es sich nämlich bewirken, daß die Form etwas zurückgelegt werden kann, oder daß sie nicht so lang über dem Formzakken in den Heerd hineinragen darf, als es bei einer senkrechten Stellung des Zackens nöthig sein würde, wodurch sich das Vorrücken der Form beim Ausbrechen des gefrischten Eisenklumpens leichter vermeiden läßt. Der Frischboden liegt mehrentheils ganz horizontal. Nur bei sehr rohschmelzendem Roheisen wird er zuweilen bei dem Gichtzacken bis zu einem Zoll höher gelegt, als bei dem Formzacken. Bei sehr gaarschmelzigem Roheisen den Rohgang durch eine tiefere Lage des Bodens bei dem Gichtzacken zu befördern, ist nicht zu empfehlen, weil das Eisen bei der Gichtseite, wo es ohnehin immer am wenigsten gut ausfällt, noch um so schlechter werden würde. Die Lage und Richtung der Form ist besonders zu berücksichtigen. Man muß sie, so bald sie die angewiesene Lage erhalten hat, durch Verkeilen möglichst befestigen, damit sie sich nicht verrückt, welches bei der vielen Arbeit im Heerde mit Brechstangen leicht

geschehen könnte. Die kupfernen Formen sind die besten, weil sich die Formmündungen bei einer kupfernen Form über dem Formeisen nach Umständen leichter erweitern oder verkleinern lassen. Gaarschmelzendes Eisen erfordert engere Düsen und Formen als rohschmelzendes Roheisen. Je weiter die Form vom Hinterzacken entfernt, oder je näher sie der Vorderseite ist, desto roher pflegt es, unter übrigens gleichen Umständen, zu gehen. Im entgegengesetzten Falle tritt ein größerer Gaargang ein. Eine sehr gewöhnliche Entfernung der Form vom Hinterzacken ist 9 Zoll. Ist die Richtung der Form nicht dem Hinterzacken parallel, sondern demselben zugewendet, so tritt ein größerer Gaargang ein, und wenn sie umgekehrt nach dem Vorheerde gerichtet ist, so findet unter gleichen Umständen ein roher Gang im Feuer statt. Wie weit die Form in den Heerd hineinragt, ist an sich sehr gleichgiltig, weil das einzuschmelzende Roheisen nach Belieben der Form näher gerückt, oder weiter von ihr entfernt werden kann; allein das weitere Vorragen der Form bewirkt, daß sich der Schmelzpunkt weiter vom Formzacken entfernt und daß dieser weniger stark erhitzt wird, weshalb man die Form gewöhnlich 3—3½ Zoll in den Heerd hineinragen läßt. Besonders wichtig ist aber die Bestimmung des Stechens der Form oder des Winkels, den sie mit dem Horizont macht, weil dadurch das Einfallen des Hauptwindstromes in den Heerd bestimmt wird. Um die Form genau nach der vorgeschriebenen Neigung einzusetzen, sollte man sich eigentlich des Gradbogens oder der Formwage bedienen; dies geschieht aber selten und man begnügt sich mit dem bloßen Messen mit einem Maaßstabe. Dieses geschieht auf die Weise, daß die Tiefe des Feuers (die Entfernung vom Boden bis zum obern Rande des Formzackens) nach Zollen und Linien ge-

messen, und der einzusetzenden Form dann eine solche Neigung gegeben wird, daß ihre Entfernung vom Boden bis zur obern Fläche des Formblattes so viel Theile eines Zolles, als nöthig zu sein scheinen, geringer wird, wie die Tiefe des Feuers. Diese Bestimmung ist sehr unzuverlässig, weil dabei auch in Betrachtung gezogen werden muß, wie weit die Form in den Heerd hineinragt, und ob das Formblatt eine ganz sohlige Ebene bildet, wenn die Form auf einer horizontalen Fläche liegt. Die Veränderungen der Neigungswinkel der Formen gewähren das vorzüglichste Mittel, den Gaar- oder den Rohgang im Heerde zu bestimmen. Je stärker die Form gegen den Horizont geneigt ist, desto hitziger oder roher wird das Roheisen eingeschmolzen werden können, aber desto mehr wird der Gaargang nach erfolgtem Einschmelzen befördert. Bei einer sohligen Richtung, oder bei einer geringen Neigung der Form verhält es sich umgekehrt. Unter Tiefe des Feuers oder des Heerdes wird immer die Entfernung des Bodens von dem obern Rande des Formzackens verstanden. Soll ein Heerd beim Umbaue tiefer oder flacher gemacht werden, so geschieht dies durch Höher- oder Tieferlegen des Bodens. Je tiefer das Feuer ist, desto kälter oder roher ist der Gang der Arbeit. Ein flacheres Feuer bewirkt einen größeren Rohgang. Das strengflüssige graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt würde also in einem sehr flachen Heerde verfrischt werden müssen; man ist indessen genöthigt, bei diesem Roheisen den Gaargang nicht zu sehr zu befördern, und daher ein tieferes Feuer anzuwenden, als bei dem leichtflüssigen grauen Roheisen und bei dem Spiegeleisen, oder überhaupt bei dem weißen Roheisen von gaarem Gange aus leichtflüssigen Beschickungen. Alles Eisen, welches zum Kalt- oder zum Rohbruch geneigt ist, verträgt eben so wenig

einen zu flachen als einen zu tiefen Feuerbau. Ist es gaarschmelzend, so sollte der Heerd nie tiefer als 9 Zoll sein; ist es rohschmelzend, so würde die Tiefe $7\frac{1}{2}$ Zoll betragen, auch wohl 8 Zoll, wenn es bei sehr strengflüssigen Beschickungen in engen und hohen Obergestellen erblasen ist. Die Tiefe des Feuers und die Neigung der Form stehen immer in einem abhängigen Verhältniß zu einander. Ein flaches Feuer (von 7 Zoll) oder ein flacher und wenig geneigter Wind würde ein sehr rohschmelzendes graues oder weißes, bei leicht flüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen voraussetzen. Zu einem $7\frac{3}{4}$ bis 8 Zoll starken Feuer und sehr geneigten Wind gehört ein rohschmelzendes Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, wobei der Gaargang des flachen Feuers durch die Neigung der Form (für die Periode des Einschmelzens des Roheisens, oder des Niederschmelzens der aufgebrochenen und halbgefrischten Eisenmassen) wieder aufgehoben, und in einen minder gaaren Gang umgeändert wird. Ein tiefes (aber doch höchstens nur $9\frac{1}{2}$ Zoll tiefes) Feuer und geringe Neigung des Windstromes würden zu einem gutartigen gaarschmelzenden Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen erfordert werden. Ein (ebenfalls 9 Zoll) tiefes Feuer und sehr geneigter Wind sind zu einem nicht fehlerlosen gaarschmelzenden Roheisen erforderlich, und bei diesem Feuerbau läßt sich das meiste halbirte Roheisen verfrischen. Die Beschaffenheit der Kohlen ist indessen bei dem Feuerbaue auch zu berücksichtigen, indem harte Kohlen mehr Hitze geben als weiche. Bei jenen schmilzt das Roheisen daher vorher ein, weshalb man den Feuerbau bei harten Kohlen mehr auf den Gaargang einzurichten hat, als bei weichen.

Die einem Frischfeuer zuzutheilende Windmenge hängt nicht allein von den verschiedenen Zeitperioden

des Frischprocesses, sondern auch von der Beschaffenheit des Roheisens ab, indem das gaarschmelzende, wenn es nicht zu gaar im Heerde niedergehen soll, einen stärkern Wind, als das rohschmelzende erfordert, welches man gern langsam niederschmelzt. Ein sich stets gleichbleibender Windstrom ist daher beim Frischfeuerbetriebe nicht anwendbar, sondern er muß nach den Umständen stärker oder schwächer angewendet werden. Es kommt dabei auch Vieles auf das Verfahren des Frischens an, indem der Eine das Roheisen lieber roher einschmelzt und deshalb vielen Wind anwendet, während ein Anderer das Roheisen beim ersten Einschmelzen mehr zur Gaare bringt. Bei der eigentlichen Frischarbeit kommt die Beschaffenheit des in die Höhe gehobenen Eisens wieder sehr in Betrachtung, indem man beim Gaargange einen stärkern Wind, als beim Rohgange anwenden muß. — Im Durchschnitt kann man annehmen, daß beim Einschmelzen ein gutes wohlschmelzendes Roheisen 140 bis 150 Kubikfuß, und ein gaarschmelzendes 160 bis 180 Kubikfuß atmosphärische Luft in der Minute erfordert. Zum Frischen müssen nach der verschiedenen mehr rohen oder gaar schmelzenden Beschaffenheit des aufgebrochenen Eisens anfänglich 200 bis 210 Kubikfuß, und gegen das Ende des Processes 240—250 Kubikfuß verwendet werden.

Sehr vortheilhaft ist der Frischfeuerbetrieb mit erhitzter Gebläseluft, über den wir hier Einiges von den bekannt gewordenen Versuchen mittheilen wollen. Fig. 1—4 Taf. **VIII.** geben die Abbildung des mit einem Wassertrommelgebläse mit Wind versehenen Frischfeuers zu Laufen am Rheinfall und des, zur Erhitzung der Gebläseluft angewendeten Apparates. Fig. 1 ist ein Grundriß oder eine horizontale Projection, in welcher die verschiedenen Röhren darstellt und die Formmauer in der Höhe der Deupe durch-

schneidet; Fig. 2 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie AB der Fig. 1; Fig. 3 ein senkrechter Durchschnitt nach CD Fig. 1; Fig. 4 ist eine besondere Darstellung der Schieber an dem Windkasten M (Fig. 1 und 2), welchem die Gebläseluft zugeführt wird; R ein zweiter Kasten, an welchem die Deupe B angebracht worden ist. Der Kasten R erhält den Wind aus dem Kasten M, entweder mittelst der Röhre TT, welche bei a von dem Deckel des Kastens M ausgeht, oder mittelst der bei a' anfangenden und sich über dem Feuer, unter dem Essenmantel schneckenförmig windenden Röhren HH. L (Fig. 1, 2 und 4) ist ein horizontaler Hebel, der sich um einen senkrechten Bolzen b bewegt und mittelst welchem zwei horizontale Platten p, p' (Fig. 1 und 4) hin und hergeschoben werden können. Diese Platten bewegen sich luftdicht zwischen geschliffenen Rähmen und verschließen oder öffnen die Verbindung zwischen dem Kasten M und den Röhren TT und tt. Bei der Stellung, welche der Hebel in den Fig. 1, 2 und 4 einnimmt, ist die Oeffnung a' offen und die a verschlossen; die Luft geht durch die Röhren tt, HH, in welchen letztern sie erhitzt wird, nach dem Kasten R und aus diesem in den Heerd. Dreht man den Hebel in der Richtung von xy Fig. 4, so wird a' verschlossen, a geöffnet und die Luft gelangt durch TT kalt in R und nach dem Heerd. — F ist der Frischheerd. — Die Röhren HH sind mittelst eines langen eisernen Bügels an einem gußeisernen Balken, der in dem Gemäuer des Mantels liegt, aufgehängt. — Die vollen Pfeile bezeichnen den Weg der erhitzten, die punktirten den Weg der kalten Luft. — In den Röhren H wird die Gebläseluft bis zu einer Temperatur von ungefähr 160° Reaum. erhoben; diese heiße Luft wird beim Schmelzen und Wärmen in den Heerd gelassen, bei

dem eigentlichen Frischen aber kalte Luft angewendet, weshalb die Apparate so eingerichtet sein müssen, daß man beide Arten von Luft leicht wechseln kann. — Das Ausbringen steigt bei diesem Betriebe bis auf 80, ja bis 84 Procent des angewendeten Roheisens; es findet eine Kohlenersparung von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ gegen den gewöhnlichen Betrieb statt und das Schmelzen und Wärmen geht weit rascher von statten. Das producirte Stabeisen ist vorzüglich. Das eigentliche Frischen mit erhitzter Luft, d. h. diese zu allen Perioden des Processes anzuwenden, wollte nicht recht gelingen. Weitere Versuche werden die Sache ins Klare bringen; denn nur bei sehr hohem Ausbringen, geringem Kohlenaufwand und rascher Arbeit, kann sich das Heerdfrischen gegen das sonst weit vortheilhaftere Frischen im Flammenofen, halten.

Zuschläge werden bei der Frischarbeit eigentlich nicht angewendet. Nur kaltbrüchiges Eisen hat man durch einen Zusatz von 2 bis 10 Procent fein gepochten Kalkstein verbessern wollen; wie denn überhaupt Kalkstein ein sehr gutes Verbesserungsmittel für schwefel- und phosphorhaltiges Eisen ist, vielleicht auch die Abscheidung anderer mit dem Eisen verbundener Substanzen befördert. Wenigstens wird das Eisen durch einen Kalkzusatz von 2—3 Procent, der jedoch sogleich nach dem Einschmelzen angewendet werden muß, niemals schlechter, häufig aber besser ausfallen. Vorzüglich ist ein Kalkzusatz bei rohschmelzendem Roheisen von strengflüssigen Beschikkungen sehr zu empfehlen, weil er zugleich das Gaaren des Roheisens befördert, und deshalb auch bei dem gaarschmelzenden Roheisen weniger anwendbar ist. — Geht es im Feuer roh, so ist ein Zusatz von Hammerschlag und von guter gaarer Frischschlacke sehr vortheilhaft, um einen gaaren Gang zu erhalten. Ein Zusatz von reinem Sande, wenn es

im Feuer sehr gaar geht, ist immer mit Zeit- und Eisenverlust verbunden. — Wenn es sehr roh im Feuer geht, so wird das Eisen auch wohl durch das Begießen mit Wasser abgekühlt, so daß es nicht so schnell niederschmilzt, folglich dem Winde über der Form länger ausgesetzt bleibt. Der gewöhnliche Zweck des Begießens ist aber, das zu schnelle Verbrennen der Kohlen, besonders wenn sie sehr trocken und leicht verbrennlich sind, zu verhindern.

Man hat in einigen Gegenden noch eine große Vorliebe für zwei Düsen, durch welche der Wind in den Ofen geführt wird. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß eine Düse vortheilhafter ist, weil der Wind dadurch weniger im Feuer zerstreut wird.

Gewöhnlich sind die Frischessen einfach, d. h. nur mit einem Feuer versehen, wie Fig. 2 und 3 Taf. **VIII.** zeigen, allein, wo es die örtlichen Verhältnisse gestatten, legt man gern zwei, oder auch mehrere Frischfeuer einer gemeinschaftlichen Esse an. Man versieht dann die Frischheerde aber oben mit einem Mantel, und verbindet den Raum unter dem Mantel oder über dem Frischheerde durch Füchse mit der Esse, an welcher, da sie nur als Abzugskanal für Rauch und Flammen dient, sehr füglich zwei und mehr Frischfeuer liegen können. Die Zeichnungen Fig. 8 und 9 Taf. **VII.** zeigen die Einrichtung bei zwei an einer gemeinschaftlichen Esse liegenden Frischfeuern, so wie sie zu Gortartowitz in Oberschlesien ausgeführt ist. Die Mäntel über den Heerden sind nicht massiv, sondern sie bestehen, damit sie die Pfeilermauern des Frischfeuers nicht zu sehr belasten, aus gewalztem Eisenblech. Fig. 8 ist der Grundriß der Doppelfrischheerde, oder ein Horizontaldurchschnitt in dem Niveau unmittelbar über der Form; Fig. 9 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie **a b** des Grundrisses. Es bezeichnen auf diesen Figuren: **a a**

die mit gußeisernen Platten bedeckte Oberfläche des Frischfeuers, auf welcher die zum Verfrischen bestimmten Roheisengänge ruhen, und welche beim Aufbrechen dazu dient, das halb gefrischte Eisen und die glühenden Kohlen aufzunehmen. **b** das eigentliche Feuer oder der Heerd; **g** der Gichtzacken desselben; **eh** der Hinter- oder Aschenzacken; **f** der Formzakken; **d** der Vorder- oder Schlackenzacken mit der Schlackenöffnung, die auch in der Vorheerdplatte vorhanden ist; **i** die Form; **k** die Düsen; **l** der Formkasten; **m** die Windleitung, welche bei den Frischfeuern gemeinschaftlich ist; **o** ein mit einer Schraube versehenes Ventil, um den Windstrom zu reguliren; **p** Aschenfall; **q** eiserner Rauchmantel, um den Rauch und die Funken nach der Esse abzuführen; **r** Esse, die mehr oder minder hoch und gewöhnlich mit Funkenfängen, d. h. mit eingeschobenen eisernen Blechen, gegen welche der abziehende Rauch und die zersetzte Luft gebrochen werden, um dadurch die Funken zurückzuhalten, welche, wenn sie aus der Esse mit fortgetrieben, und durch den Wind weiter geführt werden, die benachbarten Dächer ꝛc. leicht beschädigen könnten. Hin und wieder vermeidet man dieses auch dadurch, daß man die Esse über dem Dache des Hüttengebäudes bricht, so daß die Funken in das Wasser des Hammerkastens fallen.

Zu Rochnitz in Niederungarn und einigen andern Orten hat man die Frischfeuer mit großem Vortheil hinsichtlich auf Kohlen- und Zeitersparung mit zwei, einander gegenüberliegenden Formen vorgerichtet. Der Heerd zu Rochnitz ist oben 42 Zoll lang, 29½ Zoll breit und 12 Zoll tief. Die Entfernung der Formen von Hinterzacken beträgt 11 Zoll und ihr Stechen 19 Grad. Bei den Formen erhalten in der Minute 350 bis 570 Kubikfuß Luft.

Die deutsche Frischschmiede wendet das zu verfrischende Roheisen gewöhnlich in der Gestalt von parallelepipedischen, 9—10 Zoll breiten, $1\frac{1}{2}$—3 Zoll dicken und 6—8 Fuß langen Platten, sogenannten Gängen oder Stücken an. Dieselben werden der Form gegenüber auf den Gichtzacken gelegt und der Form in demselben Verhältnisse, wie sie wegschmelzen, wieder näher gerückt, d. h. bei rohschmelzendem Roheisen bis auf 6 und bei gaarschmelzendem Roheisen bis auf 8 Zoll. Brucheisen, d. h. solches von unbestimmter Gestalt und in größern oder kleinern Stücken, legt man vorn auf den Gang und läßt sie mit einschmelzen. Bei gaargehendem Roheisen bringt man auch wohl etwas Brucheisen unmittelbar in den Heerd, allenfalls mit Zusatz von Gaarschlacke. Diese sowohl als andere gaarende Zuschläge werden gleich beim Einschmelzen immer in den Heerd gebracht, oder sind vielmehr von der vorigen Arbeit noch darin vorhanden. Der Zustand, in welchem sich das Eisen nach dem Niederschmelzen im Heerde befindet, bestimmt die Menge der anzuwendenden Zuschläge. Läßt sich das Eisen mit einem Spieße sehr flüssig anfühlen, so daß sich sogar der Boden durch das Gefühl deutlich bemerken läßt, so geht es zu roh. Man muß alsdann das Eisen mit einer großen Brechstange beim Gichtzacken etwas in die Höhe heben, auch allenfalls neue Quantitäten gaarender Zuschläge beim Gichtzacken in den Heerd bringen und das Aufbrechen wiederholen. Fühlt sich das Eisen wie ein weicher Teich an, durch den der Frischboden kaum mittelst des Spießes erreicht werden kann, so ist dieses ein Zeichen von einem guten Gange. Kann man aber mit dem Spieße gar nicht durchkommen, sondern läßt sich das eingeschmolzene Roheisen hart anfühlen, so ist der Gang zu gaar, und man setzt dann etwas Roheisen unmittelbar in den Heerd. Ehe die

Einschmelzbarkeit anfängt, muß das Feuer beim Vorheerd mit Kohlenlösche ausgefüttert und diese mit Wasser angefeuchtet werden, damit sie vom Winde nicht fortgetrieben wird. Sollte sich im Heerde nicht genug Lösche von der vorigen Arbeit finden, so muß die gehörige Menge hineingebracht werden. — Dieses erste Niederschmelzen nun ist eine Vorbereitungsarbeit, indem dadurch das Eisen in einen solchen Zustand versetzt wird, daß es nach dem Aufbrechen lange über und vor dem Winde verweilt, ohne wieder im flüssigen Zustande niederzuschmelzen; aber auch nicht zu lange, damit es nicht nach dem ersten Aufbrechen im gaaren Zustande in den Heerd gelangt. Schwefel, Phosphor und Silicium würden dann nicht vollständig abgeschieden werden können; — ein Hinderniß, welches man bei gutartigem Roheisen zu berücksichtigen gar nicht nöthig hat, und daher auch den Frischproceß sehr beschleunigen kann. Ist alles zu einem Frischstück bestimmte Roheisen (2½ — 3 Ctr.) in dem erwähnten Zustande niedergeschmolzen, so nimmt das eigentliche Frischen seinen Anfang. Das Eisen befindet sich dann in dem Zustande, daß es mit atmosphärischer Luft aus dem Gebläse cementirt werden kann. Die Berührung mit Kohle verhindert dabei zugleich die Verschlakkung des Eisens, und bewirkt, daß die Wirkung des Sauerstoffs vorzüglich nur auf den Kohlegehalt des Eisens gerichtet ist. Während der Einschmelzperiode bildet sich aber eine sehr flüssige Schlacke im Heerde, die Rohschlacke. Diese wirkt nicht auf den Kohlegehalt des Eisens, sondern hält vielmehr, wenn sie zu sehr anwächst, die Einwirkung des Windes auf das Eisen ab. Sie muß daher durch das Schlackenloch abgestochen werden, jedoch nicht zu tief, weil sonst das Eisen zu sehr dem Windstrome ausgesetzt wird.

Der eigentliche Frischproceß zerfällt in das Rohaufbrechen des eingeschmolzenen und in das Gaaraufbrechen des halb gaaren Eisens. Bei sehr rohschmelzendem Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, oder bei solchem, das Phosphor, Schwefel und viel Silicium enthält, bricht man mehr als zweimal in die Höhe, und bringt es auf frische Kohlen über den Windstrom. Je öfter aufgebrochen wird, je weniger man also das Gaarwerden beschleunigt, oder je länger man das Eisen im Windstrome cementirt, ohne es durch gaarende Zuschläge schnell zu entkohlen, desto vollständiger lassen sich zwar seine fremdartigen Beimischungen entfernen, desto größer ist aber auch der Aufwand an Zeit, an Kohlen und Eisen.

Wenn roh aufgebrochen werden soll, so wird die rohe Schlacke vorher noch einmal abgelassen, das eingeschmolzene Eisen bei ununterbrochenem Gange des Gebläses von der Kohle entblößt und mittelst schwerer Brechstangen in die Höhe gehoben. Der Heerd wird mit frischen Kohlen angefüllt und auf diese die aufgebrochene Eisenmasse gelegt, daß die vor dem Aufbrechen nach oben gekehrte Fläche auf die Kohle, und die der Form vorhin zugewendete Seite beim Gichtzacken zu liegen kommt. Je roher das Eisen geblieben ist, desto langsamer muß es wieder eingeschmolzen werden, und umgekehrt. Hat man die Absicht, noch einmal roh aufzubrechen, so müssen nicht zu viel gaarende Zuschläge zugesetzt werden; auch ist es sehr gut, wenn die Eisenmassen nicht sehr dicht über einander liegen, so daß der Wind durchblasen und die Schlacke über den Gichtzacken treiben kann. Um das Eisen mehr oder weniger gaar niedergehen zu lassen, muß man stärkern oder schwächern Wind, oder mehr oder weniger gaarende Zuschläge anwenden. Beim zweiten Gaaraufbrechen bedarf es kaum der gaarenden Zuschläge, sondern nur

der Anwendung eines stärkern Windes. Ein drittes Rohaufbrechen, wenn es nöthig sein sollte, ist immer unvortheilhaft, und ein viertes Rohaufbrechen würde einen unrichtigen Feuerbau oder ein fehlerhaftes Verfahren bei der Arbeit anzeigen. Eine sehr rothe Farbe des Eisens im Heerde deutet immer auf einen rohen Zustand und auf die Nothwendigkeit, das Eisen noch einmal roh aufzubrechen. Gelblichweiße Farbe und Funkenwerfen sind die Anzeige, daß zum Gaaraufbrechen geschritten werden muß und kann.

Vor dem Gaaraufbrechen bedeckt man das Eisen mit glühenden Kohlen, auf welche der Klumpen, nachdem er in die Höhe gehoben ist, gelegt wird; noch nicht angebrannte Kohlen würden den Heerd abkühlen und das Niederschmelzen des nun fast gaaren Eisens verzögern. Dagegen wird aber die Oberfläche des aufgebrochenen Eisens mit frischen Kohlen bedeckt, welche sich noch sehr vollständig entzünden können, ehe sie bis zur Form niedersinken. Da das Eisen nun schon fast Stabeisen ist, so erfordert sein Niederschmelzen eine concentrirte Hitze, denn um den letzten Kohlegehalt durch den Windstrom abzuscheiden, muß es fast flüssig werden. Dies ist der Zeitpunkt, in welchem die Gaarschlacke gebildet wird, da sich bei dem heftigen Winde eine Oxydation des Eisens gar nicht vermeiden läßt, obgleich dasselbe durch die Kohle geschützt wird. Bei dem Frischprocesse selbst darf sich keine Gaarschlacke bilden, weil damit alsdann großer Eisenverlust verbunden ist. — Sobald das Eisen in den Heerd niederzugehen anfängt, kann man auch dazu schreiten, es theilweise dadurch aus dem Heerde zu ziehen, daß man in der Horizontalebene der Form und derselben ziemlich nahe eine Höhlung mit der Brechstange zu bilden sucht, in welche ein geschmiedeter eiserner Stab gesteckt wird. Das in fast flüssigem Zustande niederschmel-

zende Eisen vereinigt sich mit dem Stabe, den man von Zeit zu Zeit um seine Axe dreht, damit sich das Eisen auf allen Seiten gleichmäßig ansetzen kann. Hat sich eine Quantität von 16 bis 20 Pfunden Eisen an dem Ende des Stabes angehäuft, so nimmt man ihn aus dem Feuer, läßt das angeschweißte Eisen unter dem Hammer dicht zusammenschlagen, ersetzt den Stab sogleich durch einen andern, und fährt so lange mit dem Anschweißen fort, bis alles Eisen nieder gegangen ist. Man nennt dieses Verfahren das Anlaufenlassen und das dabei erhaltene Eisen das Anlaufeisen. Dieses ist immer von besonderer Güte, weil es sich in einem fast flüssigen Zustande befunden hat, und daher mit dem Winde auf das vollkommenste cementirt worden ist. Nicht überall ist das Anlaufenlassen üblich, obgleich es eine vortheilhafte Operation ist, weil dabei an Zeit und Kohlen bei dem Ausschmieden des Eisens gewonnen wird. Der größte Theil des Eisens und, wo der Anlaufproceß nicht üblich ist, das Ganze vereinigt sich im Heerde zu einer zusammenhängenden Masse (Luppe, Deul, Klump), welche nach dem erfolgten gänzlichen Niederschmelzen ausgebrochen und sogleich in dem noch weißglühenden Zustande unter den Hammer gebracht wird, um die Schlacke auszupressen und dann durch das Setzeisen in vier bis sechs Luppenstücke oder Schirbel zu zerschroten. Sobald der Deul ausgebrochen ist, wird der Heerd wieder zu dem nächstfolgenden Einschmelzen eingerichtet. Mit dem Einschmelzen verbindet die deutsche Frischschmiede das Ausschmieden der Schirbel vom vorigen Deul zu Kolben und zu Stäben, und dadurch wird oft eine Verzögerung des Einschmelzens veranlaßt. Es kann nämlich nicht eher zum Rohaufbrechen geschritten werden, als bis das Ausschmieden völlig beendigt ist, und der dazu erforderliche Zeitaufwand ist um so

größer, je feiner die Eisensorten sind, zu welchen die Stäbe ausgestreckt werden sollen. Das Roheisen erhält daher zuweilen beim Einschmelzen nicht den ihm angemessenen Grad der Vorbereitung und es muß das Einschmelzen gewöhnlich mehr verzögert werden, als es ohne das Ausschmieden nöthig wäre. Man hat daher wiederholt versucht, die Frischarbeit von der Schmiedearbeit zu trennen und die bei den erstern dargestellten Kolben in besonderen Heerden und unter leichteren Hämmern (in den sogenannten Reckheerden) zu Stäben auszuschmieden; allein die dabei gewonnene Zeit steht mit dem größeren Kohlen- und Eisenaufwand nicht im Verhältniß. Die Trennung der Schmiedearbeit von der Frischarbeit ist nur dann vortheilhaft, wenn von letzterer auch die Vorbereitungsarbeit getrennt wird, welches jedoch nur dann ausführbar ist, wenn man zu der letzteren Koaks und zum Ausstrecken der Kolben Steinkohlen anwenden kann. Bei Roheisen, ausstrengflüssigen Beschickungen bei Koakserblasen wird jedoch die Trennung nie ökonomische Vortheile gewähren, da sich dieses Roheisen selbst durch die Vorbereitungsarbeiten nicht so vollständig von Silicium befreien läßt, daß man es wagen dürfte, es im Heerde schnell zur Gaare zu bringen. — Häufig liefern die Frischhammer auch nur grobes Quadrateisen (Kolbeneisen), welches dann durch Walzwerke zu den verkäuflichen Eisensorten weiter verarbeitet wird. Wir werden weiter unten, bei der Verfeinerung des Stabeisens darauf zurückkommen.

Ein Frischfeuer liefert bei ununterbrochener Arbeit wöchentlich 50 — 60 und bei gutem Roheisen, welches schnell zur Gaare gebracht werden kann und wenn man nicht viel schwache Stäbe auszuschmieden braucht, auch wohl 70 — 80 Ctr. Das Roheisen erleidet dabei einen Abgang von 25 — 30 Procent, d. h.

es erfolgen aus 100 Pf. Roheisen 75 — 70 Pf. Stabeisen, zuweilen mehr, zuweilen weniger, nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der Geschicklichkeit der Arbeiter. Der Verbrauch an Kohlen aus hartem Holz beträgt 18 — 20 rheinl. Kubikfuß auf 100 Pf. Stabeisen; bei erhitzter Gebläseluft weniger.

Die bei dem Frischproceß entstehenden Abgänge sind Rohschlacke, Gaarschlacke, Schwahl und Hammerschlag. Die Rohschlacke erfolgt beim Einschmelzen und in der ersten Periode des Frischens; sie ist im Heerde flüssig, fließt beim Abstechen mit rother Farbe und erstarrt bald. In zu großer Menge im Heerde vorhanden, hält sie das Frischen auf; sie enthält 60 bis 64 Procent Eisenoxydul. Die Gaarschlacke hat einen Eisenoxydulgehalt von 78 bis 90 Procent, wirkt im Frischheerde sehr kräftig auf den Kohlengehalt des Roheisens ein und ist deshalb ein vorzügliches Mittel, den Rohgang in den Gaargang umzuändern. Sie entsteht nur nach dem Gaaraufbrechen, fließt mit hellweißer Farbe, erstarrt langsamer als die Rohschlacke und zeigt beim Zerpulvern nicht wie diese eine schwarze, sondern eine graue Farbe. Der Schwahl ist nichts weiter als die im Heerde zurückgebliebene Gaarschlacke, die sich unten im Heerde sammelt und beim Ausbrechen des Deuls von demselben abgestoßen wird. — Der Hammerschlag (Stockschlag) entsteht beim Schmieden und wird beim Frischproceß benutzt.

Die verschiedenen Modificationen der deutschen Frischschmiede sind kaum als besondere Unterarten zu betrachten, weil sich das dabei statt findende Verfahren nur auf eine bestimmte Beschaffenheit des Roheisens bezieht.

Die übrigen Frischmethoden beschreiben wir hier nicht, da sie sämmtlich nur local und unvollkomme-

ner als die deutsche Frischschmiede sind. Wir bemerken daher nur Folgendes darüber. — Bei der Wallonenschmiede erzeugt man nur Luppen von 40 bis 60 Pfd. und wärmt in besonderen Reckheerden zum Ausschmieden an; sie ist z. B. an der Niederlahn, in der Eifel üblich. — Bei der Löschfeuerschmiede wird ein sehr gaar schmelzendes Roheisen mit einem Zusatz von schon fertigem Stabeisen möglichst schnell und ohne Aufbrechen zur Gaare gebracht. Dieses Verfahren findet nur noch im Hennebergschen und im Thüringer Walde statt, wo man die Stückofenwirthschaft betreibt, deren Güsse hierzu angewendet werden. Diese Frischmethode liefert bei ziemlichem Abgang und starkem Kohlenverbrauch ein vorzüglich gutes Stabeisen. — Die steyersche und die siegensche Einmalschmelzerei und die Osemundschmiede in der Grafschaft Mark liefern ein sehr reines und gutes Eisen, besonders für den Drahtzug. Die Bratfrischschmiede ist eine Modification der steyerschen Frischerei, indem man das vom Blauofen gelieferte weiße Roheisen vor dem Verfrischen noch glüht oder bratet, d. h. etwas entkohlt (siehe weiter oben bei den Vorbereitungsarbeiten). Die Müglafrischschmiede, in Kärnthen und Frankreich üblich, liefert bei sehr großem Kohlenaufgang Eisen von vorzüglicher Güte. — Die Brechschmiede in Böhmen, Mähren, Ungarn, auch in Norwegen und Schweden mit einigen Modificationen üblich. — Der Sinterproceß, in Salzburg, Kärnthen, Berchtolsgaden, mit einem sehr großen Kohlenaufwande. — Die Hart- und Weichzerrennarbeit; auch hier wird das aus den Blauöfen erhaltene weiße Roheisen und das durch Scheibenreißen, Blattlheben weiß gemachte graue Roheisen erst in eigenen, weiter oben erwähnten, Bratöfen oder Heerden gebraten. — Die Kartitscharbeit ist

in Schwaben üblich und durch die südwalliser Frischarbeit wird in der engl. Provinz Wales das Feineisen bei Holzkohlen zu Stabeisen verfrischt, welches zur Weißblechfabrikation angewendet wird. (S. die Werke von Karsten).

13) Die Frischarbeit in Flammenöfen. — Die Flammenöfen, deren man sich zum Verfrischen des Eisens bedient, haben im Wesentlichen die Einrichtung der zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten mit horizontalen Heerden. Fig. 1 und 2 Taf. IX. stellen einen englischen Flammenofen zum Verfrischen oder Puddelofen dar, Fig. 1 den senkrechten Durchschnitt, Fig. 2 Grundriß, a Thür zum Schüren, b Roststäbe, c Feuerbrücke d gegossene eiserne Heerdplatten, welche auf gußeisernen Tragebalken e e ruhen, die an beiden Seiten an die gußeisernen Umfassungsplatten angeschraubt sind, f Sandheerd (oder Schlackenheerd), g große Einsatzthür, welche durch einen eisernen Hebel und Ketten auf und nieder bewegt werden kann. Sie hat eine 5 Zoll ins Gevierte große Oeffnung, um durch dieselbe das Eisen auf dem Heerd bearbeiten zu können, ohne erstere öffnen zu müssen; auch diese kann luftdicht geschlossen werden. Um das Verhalten des Eisens im Heerd erforschen zu können, ist noch ein besonderes Schauloch in der Thür angebracht, mit einem Thonstöpsel verschließbar. Man hat auch wohl noch eine zweite Einsatzthür h, nahe dem Fuchs angebracht, durch welche man das Roheisen einsetzt, um es weich werden zu lassen, worauf es dann auf den Heerd vorgezogen wird. i die Esse; gewöhnlich legt man zwei Oefen an eine Esse, welcher man eine Höhe von 30 bis 50 Fuß gibt, jeder Ofen hat aber seinen besonderen Essenschacht und eine Klappe, Fig. 6 Taf. V., um den Luftzug, wenn es nöthig ist, sogleich durch Bewegung des Hebels mittelst einer Kette von

der Hütte aus aufheben zu können. k Schlackenabzug. — Der Ofen ist mit starken gußeisernen Platten bekleidet, die durch Schraubenbolzen angezogen werden.

Die eiserne Heerdplatte ist entweder mit Schmiedesinter oder Frischschlacken beschüttet, welche man vorher breiartig macht und über der Heerdplatte ausbreitet oder mit reinem Quarzsand bedeckt; nicht stets wird in der Mitte der Heerd etwas vertieft, man macht auch wohl denselben zum leichteren Abguß der Schlacken nach dem Fuchs etwas abschüssig. Man setzt gewöhnlich 300 bis 350 Pfd. Feineisen ein und läßt die Hitze bei offener Klappe steigen, bis das Eisen weich und breiartig zu werden anfängt, sodann muß aber der Luftzutritt vermindert und selbst aufgehoben werden. (Sollte das Roheisen durch starke Hitze zu flüssig geworden sein, so wird es mit kaltem Wasser begossen und dadurch in den breiartigen Zustand zurückgebracht.) Nun beginnt die eigentliche Frischarbeit. Es wird mit hakenförmigen Werkzeugen, welche durch die Arbeitsöffnung in der Einsatzthür hindurchgesteckt werden, aufgebrochen, gewendet und über den ganzen Heerd gleichförmig ausgebreitet. Das Schürloch über dem Rost ist dabei mehr oder weniger geöffnet, die Klappe geschlossen, um einen mäßigen Strom warmer Luft über das Eisen zu führen, je nachdem dasselbe mehr oder weniger roh ist; die Klappe auf der Esse und die Einsatzthür sind völlig geschlossen. Man arbeitet das Eisen mit Brechstangen ununterbrochen durch, zertheilt, wendet, rührt es um, woher auch dieses Verfahren das Puddeln und der Ofen Puddelofen genannt wird. Durch dieses Operiren wird das Frischen bewirkt; es muß rasch, geschickt geleitet werden, damit nicht viel Eisen abbrennt; der Kohlenstoff mit Sauerstoff zu Kohlenoxydgas verbunden, entweicht in Gasform, es

findet ein Aufkochen statt, das Gas brennt mit blauen Flämmchen. Das Eisen wird während dem immer zäher, steifer, so daß das Durcharbeiten und Wenden immer schwieriger wird, es hat aber noch eine röthliche Farbe, welche in dem Verhältniß lichter wird, als die blauen Flämmchen weniger häufiger zum Vorschein kommen.

Das Ende des Frischens gibt sich durch einen trockenen, gewissermaßen sandartigen Zustand des Eisens zu erkennen, da es demselben an nöthiger Hitze fehlt, um sich gehörig zu verbinden, zu schweißen. Die erzeugten Schlacken werden theils beim Fuchs abgestochen, theils fließen sie selbst durch eine Oeffnung ab, es ist neutrales Eisenoxydul, nicht, wie die Gaarschlacke beim Frischfeuer, eine basische Verbindung. Das Frischen dauert 40 bis 45 Minuten, während welcher Zeit der Arbeiter unausgesetzt arbeiten muß, um das Zusammenbacken des noch rohen Eisens zu verhindern und die Oberfläche desselben stets zu verändern. Wenn das Ende des Frischprocesses eingetreten ist, so wird eine starke Hitze schnell gegeben, die Klappe dann geschlossen, das Schürloch ganz mit Kohlen gefüllt und das sehr heiße Eisen zum Schweißen gebracht. Je größer der Hitzgrad ist, der dem gefrischten Eisen gegeben werden kann, desto besser wird dasselbe ausfallen, weil es dann durch beigemengtes Eisenoxyd und Schlacke am wenigsten verunreinigt wird. Diese Verunreinigungen sind es ganz besonders, welche auf die Festigkeit des in Flammenöfen gefrischten Eisens sehr nachtheilig wirken. Während dem sucht der Arbeiter die Masse abzutheilen und in kleine Klumpen zu formiren; bei 2½ — 3 Centner eingesetztem Roheisen werden 6 bis 7 Balls gemacht, der letzte wird über den Heerd hin und hergerollt, um die einzelnen Brocken des gefrischten Eisens aufzunehmen.

Die Balls sind noch sehr porös, enthalten viele Schlacken, und werden unter einem sehr schweren Stirnhammer, Fig. 5 Taf. VI., gezängt, welcher 75 bis 80 Schläge in der Minute gibt, wobei ein großer Theil der letzteren ausgepreßt wird. Nicht alle Werke zängen die Balls unter einem Stirnhammer, sondern bedienen sich sogleich des Präparirwalzwerks. Die Balls, sie mögen nun nach der ersten Weise mit dem Hammer oder ohne Hammer mittelst Walzen gezängt sein, sind ein Gemeng von Stabeisen mit Schlacken und Eisenoxyd, sie müssen wiederholte Schweißhitzen in eigenen Schweißöfen erhalten, wobei das Frischen des Eisens vollendet, das Eisen wesentlich verbessert wird, freilich bei einem bedeutenden Abbrand. Die Schweißöfen sind niedrige Flammenöfen mit niedriger Brücke, großen Rosten, um einen hohen Grad von Hitze zu erzeugen; der flache Heerd ist mit Sand beschüttet, dieser mit Koaklösche bedeckt. Ein solcher übrigens den Puddelöfen ähnlicher Ofen reicht für 4 bis 5 Frischöfen aus. Man kann sich statt der Steinkohlen auch der Torfkohle des guten trocknen Torfs bedienen, nur muß dann der Rost ungleich größer und das Gewölbe über dem Heerd ungleich flacher sein; auch hat man Holzfeuer angewendet und Anthracit.

Eine andere Art Schweiß- oder Glühöfen ist in Fig. 8 und 9 Taf. VI. abgebildet; sie werden mit Holzkohlen gefeuert und das zu schweißende Eisen wird unmittelbar auf dieselben gelegt. Die Balls werden nach dem ersten Zängen in den Schweißöfen wieder weißglühend gemacht und unterm Stirnhammer zu regelmäßig viereckigen Stücken zusammengeschlagen, sodann wieder in die Schweißhitze gebracht und unter dem Präparirwalzwerk, dessen Walzen mit den Einschnitten über genaue Modelle gegossen sind, zu quadratischen, dann zu flachen Stäben aus-

gereckt. Diese werden in gleich lange Stücke von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß Länge unter einer großen Scheere, Fig. 10 und 11 Taf. VII., zerschnitten, 6 bis 8 zu einem Packet auf einander gelegt, in den Schweißofen gebracht und dann zu einem Stab Klein- und Schmiedeeisen in einer Hitze auf dem Stabeisenwalzwerk fertig gewalzt und geschnitten. Die Walzen müssen sich wenigstens 150 Mal in einer Minute umdrehen.

Wenn man statt des weißen Roheisens, welches sich zum Verfrischen im Puddelofen am besten eignet, graues, kohlenstoffreiches anwendet, welches, wie schon oben angezeigt worden, nicht so gutes Stabeisen durch diesen Frischproceß liefern kann, so setzt man mit dem Roheisen Frischschlacken zugleich auf den Heerd, welche das Gaaren befördern sollen. Bei dieser Abart des Verfahrens gelangt das Eisen zum Schmelzen und wird durch die Einwirkung der Schlacke erst in den Zustand versetzt, in welchem sich das weiße kohlenstoffarme Roheisen, Feineisen befindet, wenn es anfängt, weich zu werden. Das geschmolzene Roheisen wird mit den flüssigen Schlacken, bei geschlossener Klappe, in steter Bewegung erhalten, auch setzt man wohl erst nach erfolgtem Einsetzen des Roheisens Schlacken hinzu und wendet häufiges Begießen mit Wasser an.

Man kann annehmen, daß aus 100 Theilen Feineisen $83\frac{1}{2}$ bis 84 Stabeisen, folglich aus 100 Theilen Roheisen etwa 75 Stabeisen erfolgen; beim Frischen des grauen Roheisens mit Zusatz von Schlakken steigt aber der Eisenverlust auf einige 30 bis selbst 40 Procent. An Steinkohlen werden 3 bis $3\frac{1}{2}$ Kubikfuß auf 100 Pfd. Stabeisen gerechnet, von denen die größere Hälfte in den Schweißöfen verbraucht wird. Es hat die Puddlingsfrischarbeit vor dem Frischen in Heerden nicht allein den Vortheil eines geringeren Aufwands an Brennmaterial, sondern

auch einer ungleich größeren Produktion, indem aus einem Flammenofen täglich über 20 Ctr. fertiges Stabeisen erfolgen können, bei Anwendung einer zweiten Thür zum Aufwärmen des Feineisens an 25 Ctr.

Beschreibung der auf Taf. **VI.** und **VII.** abgebildeten Walzwerke für Puddeleisen. Taf. **VI.** Fig. 6, Aufriß eines Präparirwalzwerks mit 2 Präparirwalzen nebst daran liegendem Räderwerk zur Bewegungsmittheilung und den Kuppelungen zum Absetzen der Bewegung. Fig. 7 Seitenansicht und Ansicht von oben eines Ständers. **a** Walzgerüstständer, die zur Aufnahme der Walzen dienen, in welche die Ober- und Unterlager eingelassen und befestigt sind. **b** Bolzen zum Zusammenhalten der Walzgerüstständer. **c** Präparirwalzen. Sie sind mit eingedrehten Cannelüren versehen, die zusammengestellt ein Quadrat mit etwas geschweiften Seiten aber rechtwinkligen Oeffnungen bilden. Die äußerste dieser Cannelüren muß meistens mit eingehauenen Riefen versehen sein, damit der Ball besser gefaßt und gestreckt werden kann, um dann erst in die nächst folgenden Oeffnungen mit geschweiften Seiten zu gelangen und sofort die Form der Plattinen zu erhalten. **e** Schrauben mit rechtwinkligem Gewinde, die in dem obern Theil des Gerüstes in hier gelagerten Muttern **e'** laufen und mittelst eines Schlüssels angezogen werden. Sie dienen dazu, das obere Lagerstück für die Hülse der Walzen in der bestimmten Höhe zu halten. **f** Kuppelungsspindel, **g** Kuppelungsbüchsen. — Sie lassen sich auf den Kuppelungszapfen und die Spindel aufschieben und verbinden so beide Theile, die getrennt und in der für den gedachten Zweck geeignetsten Form hergestellt sind. **h** Kuppelungsräder, das obere Rad empfängt die Bewegung von dem unteren Rad, dem sie mitgetheilt worden. **i** Ständer, in denen die Axen der Kuppelungsräder **h** laufen, sie sind

kleiner als die Walzgerüstständer. k Schrauben zur Befestigung der Kopfstücke l auf dem obern Theil der Ständer für die Kuppelungsräder. Sämmtliche Gerüstständer sind unten mit Sohlplatten m versehen, mittelst deren sie auf die Schwellen n aufgeschraubt sind. c Rinnen, in denen Wasser herbei und mittelst Stricken auf die Zapfen geführt wird, um dieselben kühl zu erhalten. Die Zängewalzen haben 3kantige Cannelüren, mit abgerundeten Seitenflächen und Ecken; sie sind 4½ bis 6 Fuß lang, haben 16 bis 18 Zoll Durchmesser und 5 bis 7 Cannelüren, die erste von 5 Zoll in's Geviert. Die Durchmesser zweier auf einander folgender Cannelüren verhalten sich wie 15: 11. Selbst wenn die Balls unter einem Stirnhammer gezängt worden, sind solche Zängewalzen nöthig, aber nur mit wenigen Einschnitten, neben anderen rechtwinkligen Cannelüren, wie solch' ein Paar in der vorbeschriebenen Zeichnung, dargestellt ist. Außer jenen gibt es nun noch Reckwalzen, unter welchen die Plattinen geschweißt und zu Stabeisen von verschiedener Form ausgereckt werden, zu Quadrat-, Flach-, Rundeisen u. a. m. Fig. 4, 5, 6 Taf. VII. stellen drei Walzenpaare zu den genannten Eisensorten dar.

Die Zängewalzen machen 60 bis 70 Umdrehungen, die Reckwalzen 80 bis 140 je nach den Dimensionen des Eisens, denn je stärker diese, desto langsamer müssen die Walzen gehen. Fig. 10 und 11 geben eine Ansicht von oben und eine Ansicht von einer Scheere zum Zerschneiden der Plattinen. Stabeisen-, Blechabgänge, altes Brucheisen, Nägel werden also zu gute gemacht: sie werden in Packete zusammengepackt, diese mit kleinen Nägeln fest ausgezwickt, in Schweißöfen schweißwarm gemacht und ausgehämmert oder gewalzt. Man nennt es Ramaßeisen. Das so gewonnene Eisen ist recht gut.

Man kann auch die Blechabgänge beim Frischen des Eisens in Flammenöfen zusetzen, wenn man das Feineisen einschmelzen will.

Die Luppenfrischarbeit.

Die deutsche Luppenfrischarbeit. Das Feuer ist entweder aus eisernen Platten zusammengesetzt oder ein gemauerter Kessel, ein thönernes, metallnes Gefäß mit Kohlenlösche ausgeschlagen, der Heerd ist 12 bis 20 Zoll tief, die Form liegt horizontal. Die halbgaare Luppe wird im Löschfeuer eingeschmolzen. Man gebrauchte in Oberschlesien bei thonigem Brauneisenstein auf 1 Ctr. Stabeisen 60 preußische Kubikfuß Holzkohlen und erhielt nur 12¼ Procent Stabeisen aus den Erzen. Jetzt werden bei dem Gebrauch der Hohöfen, um 1 Ctr. Stabeisen zu produciren, in Summa 46, 33 Kubikfuß Kohlen verbraucht und über 17 Procent Stabeisen ausgebracht. — Die französische oder catalonische Luppenfrischarbeit findet vorzüglich in den Pyrenäen statt; die kleinsten Feuer sind die catalonischen, die größten die biscayschen; erstere fassen 3 bis 4, letztere 7 bis 8 Centner Erze beim Luppenmachen. Die Arbeit in diesen Feuern zerfällt in zwei besondere Abschnitte; in eine Reductions- und eine Schmelz-Arbeit. — Mit der französischen Luppenfrischarbeit stimmt die italienische ziemlich überein, die auf Korsika, Elba und zum Theil auch in Italien betrieben wird. —

Von der Verfeinerung des Stabeisens.

1) Anfertigung feiner Eisensorten.

Zu mannichfaltigem Gebrauch ist Stabeisen in geringeren Dimensionen, als es von den Frischfeuern abgeliefert wird, nöthig, zu welchem Ende dasselbe

in besonderen Hütten noch einmal geglüht und gestreckt wird. Reckeisen, Schneideeisen nennt man das feine Quadrateisen, Kraus- oder Zaineisen, das Quadrateisen mit eingegerbten Flächen, Bandeisen das feine Flacheisen, von oft nur ¾ Zoll Breite und 1½ bis 2 Linien Stärke; Façoneisen mit runder, halbrunder oder irgend einer andern regelmäßigen Durchschnittsfläche. Diese Arbeit geschieht entweder unter leichten Hämmern, Schwanzhämmern, die man dann Reck-, Zain- Bandhämmer nennt, Fig. 3 und 4 Taf. VI., oder unter Walz- und Schneidewerken. Erstere haben, so wie die Ambose, verschieden gestaltete Gesenke, wodurch es möglich wird, rundes, halbrundes, vierkantiges, kugelförmiges Eisen (Kartäschkugeleisen) darzustellen. Der Hammer muß recht geschwind gehen, wodurch an Zeit, an Kohlen und Eisen gespart wird; das Wärmen des letztern geschieht in gewöhnlichen Essen mit Holz- oder Steinkohlen oder auch in besonderen Glühöfen, wie Fig. 8 und 9 Taf. VI. zeigt. Das Materialeisen, welches ausgereckt wird, heißt Prügeleisen, zum Aufwärmen desselben rechnet man auf 1 Centner höchstens 8 Kubikfuß Holz-, Torf- und $\frac{9}{10}$ Steinkohlen; der Abgang sollte höchstens nur 5 Procent betragen.

Um schneller zum Ziel zu kommen und recht gleichförmig gestaltetes Reckeisen zu erhalten, kam man später auf die Anwendung von Walz- und Schneidewerken. Ein solches Walzwerk zur Anfertigung feiner Eisensorten ist in Fig. 1 — 3 Taf. VII. dargestellt und besteht aus drei über einander liegenden Walzen, die eine sehr große Umlaufsgeschwindigkeit haben. Man kann unter diesem Walzwerk Rundeisen und Flacheisen anfertigen. Zu den Schneidewerken wird Flacheisen benutzt, welches unter einem glatten Walzenpaar zur gehörigen Breite und Stärke

ausgewalzt wird und dann als Plattine unter das Schneidewerk kommt. Dieses besteht, (vergleiche Fig. 7 Taf. VII.) aus einer Reihe von abwechselnd kleineren und größeren stählernen oder verstählten Scheiben und Schneiden, welche auf geschmiedete oder gegossene eiserne Wellen so aufgekeilt sind, daß sie völlig festsitzen und die ganze Vorrichtung das Ansehen einer mit Einschnitten versehenen Walze hat, indem die Scheiben von kleinerem Durchmesser als die in die Einschnitte eingreifenden Rippen anzusehen sind. Soll nun Bandeisen von ¾ Zoll Breite und ¼ Zoll Stärke geschnitten werden, so muß eine Plattine von ¼ Zoll Stärke genommen und unter ein Schneidewerk gebracht werden, dessen Schneiden ¾ Zoll Breite haben, versteht sich aber auch die Scheiben, da die Schneiden in die durch die Scheiben bedingten Zwischenräume eingreifen. Die ersteren haben gewöhnlich einen Durchmesser von 10 bis 12 Zoll, die letzteren von 6 bis 8 Zoll, die ersteren greifen ungefähr ¾ Zoll tief in die Zwischenräume ein und zwar die Schneiden der oberen Welle in die Zwischenräume der untern und umgekehrt. Breiter als 5 Zoll bringt man die heißen Plattinen nicht unter das Schneidewerk und läßt sie stets in eine ungerade Zahl von Stäbchen zerschneiden. Zum Aufwärmen bedient man sich eigner Glühöfen, fast ganz so wie zum Glühen des Blechs (siehe unten bei diesem). Bei gutem Materialeisen, guten Einrichtungen, vollkommener Arbeit soll der Abgang beim Schneiden des Eisens nicht über 1 Procent betragen.

2) Drahtfabrikation.

Zur Drahtzieherei wird ein zähes, etwas hartes aber festes Eisen erfordert, rohbrüchiges, schlecht schweißendes, stark schieferndes ist unbrauchbar, ein geringer Grad von Rothbruch ist weniger nachtheilig,

als Kaltbruch. Guter Draht muß auf dem Bruch eine helle Farbe haben und zackig sein, dunkle Farbe und eine Vertiefung auf dem einen und eine Erhabenheit auf dem andern Bruchstück beweisen ein mürbes Eisen, guter Draht muß ungeglüht oft hin und hergebogen werden können. Das für die Drahthütten bestimmte Materialeisen ist gewöhnlich Zaineisen; geschnittenes Eisen ist wegen der Streckung in die Breite weniger anwendbar, es gibt viel Ausschuß durch kurze Enden; am besten wird das 4kantige Stabeisen, gleichviel ob vom Hammer- oder Walzwerken, zu runden Stäben, endlich zu groben Draht ausgewalzt, der durch Zieheisen ausgezogen wird. Man spitzt nämlich das feine Materialeisen oder den groben Draht zu, steckt das eine Ende durch eine vollkommen runde Oeffnung in einer stählernen Platte, Zieheisen, und läßt es durch eine mechanische Vorrichtung durchziehen. Durch diese Operation wird das Eisen spröde und hart, so wie durch längeres Kalthämmern, welche Eigenschaft durch's Ausglühen beseitigt werden muß, um das Eisen zu feineren Nummern ausziehen zu können, indem es durch engere Löcher des Zieheisens durchgezogen wird, daher auch feiner Draht einen beträchtlich höhern Preis hat, weil nicht allein mehr Arbeit, sondern auch beträchtlicher Abgang stattfindet. Die Drahtsorten führen vielerlei besondere Namen, welche sich theils auf deren Anwendung beziehen, wie Kessel-, Glaserdraht rc. theils auch ganz eigenthümlich sind. Um die Stärke des Drahts zu messen, bedient man sich in den deutschen Drahthütten der sogenannten Drahtklinge, eines breiten liniendicken Eisens, in welchem Kerbe von verschiedener Weite eingefeilt sind und zwar numerirt, in welche der Draht genau einpassen muß.

Auf die Beschaffenheit, Schönheit des Drahts hat nicht allein die Güte des Eisens, sondern auch

die Beschaffenheit des Zieheisens großen Einfluß. Die Oeffnung muß exact kreisrund sein, die innere Fläche polirt, recht hart; die Löcher sind gewöhnlich konisch, um die Drahtenden leichter durchstecken zu können. Die Anfertigung der Zieheisen geschieht so, daß man in einer Form von geschmiedetem Eisen harten Stahl, sogenannten wilden Stahl oder hartes weiches Roheisen schmelzt und unter dem Hammer ausschmiedet, sodann werden die konischen Löcher so eingebohrt, daß die weite Oeffnung auf die Seite des Schmiedeeisens fällt, die enge auf die des Stahls. Zu harte Zieheisen können leicht verbessert werden, aber zu weiche sind weit weniger zu verbessern; dennoch nuzzen sich auch die besten bald ab, die Dimensionen der Oeffnungen vergrößern sich, weshalb man die Löcher durch vorsichtiges Hämmern wieder zu verengern sucht, was freilich zur genauen Form derselben nicht beiträgt.

Das Durchziehen des Drahts durch die Löcher des Zieheisens geschieht entweder, nach älterer Weise, durch Zangen oder durch Scheiben, aber stets so, daß die Axe des Ziehlochs mit der Linie, welche der durchgezogene Draht bildet, genau zusammenfällt, weil sonst die Reibung ungleich ist. Indem sich die Zange gegen das Zieheisen bewegt, öffnet sie sich, faßt das Drahtende und zieht es durch die Oeffnung, sodann öffnet sie sich wieder und wiederholt das Spiel. Die Zuglänge ist für dicke Dräthe kürzer, oft nur 8 bis 9 Zoll, während sie für dünne Dräthe 36 bis 40 Zoll betragen kann. Zur Verminderung der Reibung wird die Oeffnung mit Talg und Oel geschmiert.

Ein Uebelstand bei Anwendung der Zangen sind die Zangenbisse, welche der Drath an den Stellen erleidet, wo erstere anfassen, sie machen den Drath unansehnlich. Deshalb werden auch bei den feineren Drahtsorten keine Zangen angewendet, sondern nur

allein bei den gröbern Nummern, statt derselben Scheiben oder Leiern, d. h. Walzen, auf welche sich der Draht aufwickelt; sie werden theils durch ein Mühlwerk bewegt, Wasserleiern, theils mit der Hand, Handleiern, für die feinsten Nummern; je weniger beträchtlich die Unterschiede in den Dimensionen der auf einander folgenden Zieheisenlöcher sind, desto weniger findet Bruch statt; sie sollten nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll betragen, sie betragen aber oft $\frac{3}{100}$ bis $\frac{5}{100}$ bei stärkeren Sorten, woher obiger Nachtheil entsteht, wenn nicht ein ganz vorzügliches Eisen dazu angewendet wird, wie in der Grafschaft Mark das s. g. Osemundeisen.

Die neuere Verfahrungsart, den Draht ohne Zangen zu fertigen, ist daher ungleich zweckmäßiger; die gröbern Drahtsorten werden unter kleinen, Fig. 1 bis 3, Taf. VII. ähnlichen Walzen gefertigt, dann die feineren aus diesen auf der Leier dargestellt. Man muß den Walzen eine große Drehungsgeschwindigkeit geben, 225 bis 250 Umdrehungen in der Minute, damit man in einer Hitze den Draht unter den Walzen so weit fertigen kann, als es hier möglich ist, so daß z. B. binnen $\frac{3}{4}$ Minute ein Stab von ein Quadratzoll Stärke in Draht von $4\frac{1}{2}$ bis $4\frac{3}{4}$ Linie im Durchmesser umgewandelt wird, dessen Länge 16 bis 18 Mal größer geworden, als die des Stabs vorher. Nun wird dieser grobe Draht auf eine Trommel von 2 Fuß im Durchmesser gewickelt und auf dem Drahtzug weiter ausgezogen.

Nach mehrmaligem Durchgang durch feinere Löcher muß der Draht ausgeglüht werden; dies geschieht entweder in einer Esse mit Holzkohlen vor einem Gebläse oder in einem Glühofen; ersteres Verfahren ist nicht allein kostbar, sondern gibt auch viel Glühspan. In einem gewölbten Glühofen liegen die Drathringe (Trumme) auf Böcken, mit Holzkohlen,

Holz, Reisig wird gefeuert; auch bedient man sich cylindrischer Glühöfen mit Rost, in welchen die Ringe über einander gepackt werden, ringsum mit Holz umgeben und auch im Innern mit Holz ausgestopft; allein in allen Fällen gibt es Glühspan, welcher vor dem Wiederholen des Drahtziehens entfernt werden muß.

Dies geschieht auf verschiedene Art, besonders auf den sogenannten Polterbänken; die Drahtringe werden nämlich am Ende eines langen Hebels befestigt, in die Höhe gehoben und gegen eine Unterlage, bei stetem Zufluß von Wasser, geschlagen, bis aller Glühspan entfernt und sie blank geworden sind; denn der Glühspan würde sich sonst tief in den Draht eindrücken und die Ziehlöcher verderben. Man pflegt daher die feineren Drahtsorten in eisernen, verschlossenen, cylindrischen Gefäßen auszuglühen, welches Verfahren auf alle Drahtsorten ausgedehnt werden sollte, wodurch die Drahtfabrikation wesentlich gewinnen würde und da sehr gewonnen hat, wo man ein solches Verfahren befolgt. Jene Glühcylinder werden in einem cylindrischen Ofen mit Kuppel und Rosten erhitzt und durch eine Oeffnung in der Umfangsmauer aus- und eingebracht. Wie oft das Ausglühen nöthig ist, richtet sich nach der Beschaffenheit des Eisens und dem Verhältniß der Dimensionen der Oeffnungen im Zieheisen.

3) Blechfabrikation.

Man pflegt die Fabrikation der größeren Bleche von der der kleineren zu trennen, weil es bequemer und vortheilhafter ist, Bleche, die gleiche Dimensionen erhalten sollen, gleichzeitig anzufertigen und weil die kleineren gewöhnlich verzinnt werden; man nennt daher auch die letzteren Weisbleche, die größeren Schwarzbleche. Ein gutes Blech muß überall gleich stark sein, eine vollkommen glatte Fläche haben,

es muß sich hin und her biegen lassen, ohne bald zu brechen. Das zur Blechfabrikation anzuwendende Eisen muß möglichst weich und dehnbar sein, weil dieses am wenigsten spröde wird und die Bearbeitung bei abnehmender Temperatur am längsten aushält; das harte, zähe Eisen würde auch anwendbar sein, wenn es nicht zu oft ausgeglüht werden müßte, was Aufenthalt verursacht und mehr Abbrand bedingt. Man bedient sich als Materialien eines breiten Flacheisens, welches in Stücke von bestimmter Länge zerhauen wird, die sich nach den Dimensionen richtet, welche man dem Blech geben will; das Zertheilen geschieht entweder mit dem Setzeisen unter dem Hammer glühend oder mittelst einer großen Scheere; das Aufwärmen dieser sogenannten Stürze geschieht theils in Heerden auf Kohlen, wie meistens bei den Blechhämmern, oder in eigenen Glühofen, wie bei den Blechwalzwerken.

Bei der Anfertigung des Schwarzblechs unter dem Hammer wendet man 4 bis 4½ Centner schwere Hämmer an, denen man 22 Zoll Hub gibt; die Bahn derselben ist 14 Zoll lang, ¾ Zoll breit, die der Ambose etwas gewölbt, um das Eisen schneller auszurecken.

Zuerst wird der Sturz gewärmt und um die doppelte Breite ausgedehnt, dann zur Hälfte umgebogen und der Saum, das umgebogene Ende, durch einen Schlag des Hammers zusammengeschlagen. Die so bereiteten Stürze heißen Urwellstürze und die Operation das Urwellen; sie werden gewärmt und zuerst das Vorderende dann das Saumende zur doppelten Breite ausgeschlagen. Sie heißen nun Stürze und die Operation das Gleichen, wobei es hauptsächlich darauf ankommt, daß in der Mitte das Eisen nicht stehen bleibe. Man taucht nun die Stürze in den sogenannten Hahnenbrei, ein Ge-

meng von feinem Thon, Kreide, Kohlenstaub mit Wasser und wärmt sie getrocknet stärker an, weil man gleichzeitig eine Mehrzahl in Arbeit nimmt. Jeder Haufen enthält ohngefähr 1 Centner an Gewicht, 6 bis 20 Stürze, und wird zusammen gewärmt und ausgeschmiedet, wozu große Aufmerksamkeit, öfteres Umwenden erforderlich ist; diese Operation heißt das Packschmieden, welche oft 3 bis 4 Mal wiederholt wird, bei verwechselter Reihenfolge der einzelnen Bleche im Pack. Der Hahnenbrei schützt die Bleche gegen den Abbrand im Glühofen. Sind die Stürze nun gehörig lang geworden, so wird das Pack noch einmal gewärmt und unter einem sogenannten Pritschhammer, der eine breite Bahn hat, auf einem gleichgestalteten Ambos gepritscht oder abgerichtet, d. h. durch langsame Schläge geebnet und geglättet. Ist auch dies geschehen, so bringt man die Packe noch unter einen hölzernen Hammer, um alle Beulen auszugleichen und beschneidet nun die Ränder mit einer Hand- oder Wasserscheere. —

Man kann im Allgemeinen annehmen, daß auf 10 Centner Stäbe 6 Centner Bleche und 3 Centner Abschnitzel erfolgen und 0, 8 bis 1 Centner Abbrand. Die Abschnitzel werden nach alter Weise im Heerd geschmolzen und zu Gute gemacht, so daß aus 5 Ctr. Stabeisen 4 Ctr. Bleche abgeliefert werden können, bei einem Aufgang von 25 bis 28 Kubikfuß Holzkohlen.

Wie langsam und unvollkommen das Schmieden vor sich geht, leuchtet ein, daher es auch in neuerer Zeit durch die Einführung von Walzwerken immer mehr verdrängt wird; man pflegt nicht selten 2 Walzwerke anzulegen, eins für die Stürze, das zweite um diese Bleche auszuwalzen. Die zerhauenen und glühend gemachten Eisenstäbe werden nach der Richtung der Breite zwischen die Walzen gebracht

und zwar so oft, bis sie die gehörige Länge erreicht haben, während dem nach jedesmaligem Durchgang die Walzen enger zusammengeschraubt werden. Wenn aus dem Sturz nur ein Blech gefertigt wird, so geschieht das Zusammenschlagen nicht, sonst aber jedes Mal, wenn 2 Bleche aus einem Sturz gefertigt werden sollen. Nun werden die Stürze in den Hahnenbrei getaucht, geglüht und unter die Schlichtwalzen zu 4 bis 6 auf einmal gesteckt, wenn nur kleine, nicht aber wenn große Bleche gewalzt werden. Bevor die Stürze unter die Walzen kommen, muß der Glühspan abgeschlagen werden, damit er sich nicht eindrücke, denn dann ist er schwer wegzubringen. Wenn die Arbeit gut geht, müssen von 100 Centner Stäben 72 Centner Blech und höchstens 22 Centner kurze Enden und Abschnitzel erfolgen und nur 6 Centner Abbrand stattfinden; für einen Centner Blech rechnet man 4 bis 5 Kubikfuß Steinkohlen. Auch hier verdienen die backofenähnlichen Glühöfen (Fig. 8 — 9, Taf. VI.) den Vorzug vor eigentlichen Flammenöfen.

Auf Taf. VIII. Fig. 5 ist ein Blechglühofen dargestellt, a der Heerd, b Auflager für die Bleche, ist es Eisenblech, so sind sie aus Charmottesteinen, ist es Kupferblech, aus Gußeisen, c die Feuerbrücke, d der Fuchs, e Schieber zum Reguliren des Feuers, f Ankerplatten, g Einsatzthür, h Kette, vermittelst welcher und eines Hebels die Thür bewegt wird, i Roststab, k, k Rostbalken, l Aschenfall.

Die Fabrikation des W e i ß b l e c h s erfordert kleinere, aber sehr sorgfältig gearbeitete Bleche, welche man theils unter Hämmern, theils und vorzüglich unter Walzwerken mit harten Walzen (s. S. 108) darstellt. Die Arbeit unter dem Hammer ist sehr ähnlich der Bearbeitung des Schwarzblechs. Die Operation, welche man dort Urwellen nennt, heißt bei der Weißblech=

fabrikation Richtheißen; darauf werden die Stürze geglüht, in den Hahnenbrei getaucht und zu 50 zu einer Zange zusammengelegt, diese angewärmt und unter einem Breithammer geschmiedet, beschnitten und zuletzt abgerichtet. Die so zubereiteten Bleche heißen Dünneisen und werden nochmals beschnitten. Man kann im Durchschnitt annehmen, daß von 100 Centner Blechstäben höchstens 46 Centner Dünneisen und eben so viel Enden, Abschnitt und Ausschuß erhalten werden und der Abgang 8 Ctr. beträgt; wo die Abschnitzel mit verarbeitet werden, müssen 73 bis 75 Ctr. an Dünneisen abgeliefert werden, bei 40 bis 48 Kubikfuß Holzkohlen für den Centner der letzteren. Werden die Dünneisen unter Walzwerken gefertigt, so müssen die Walzen ganz besonders eben und hart sein (am besten hart gegossen), und zwar nicht blos die Schicht, sondern auch die Sturzwellen, indem sonst Eindrücke erzeugt werden, welche sich nicht verbessern lassen und ein unansehnliches Weißblech bedingen. Man rechnet beim Walzen von 100 Centner Stäben 50 Centner Dünneisen, 47 Centner Abgang, 3 Centner Abbrand, bei 20 Kubikfuß Holzoder 4 Kubikfuß Steinkohlen auf den Centner Dünneisen. Die fertigen Bleche werden dann beschnitten, ausgeglüht und allenfalls gepreßt, um sie gerade zu biegen.

Das Verfahren beim Verzinnen der gewöhnlichen Bleche ist in Deutschland folgendes: Zuerst werden die Dünneisen gebeizt, um sie vom Glühspan zu befreien und eine rein metallische Oberfläche zu gewinnen. Man bedient sich dazu der gegohrenen Roggenschrotmaische, also des Essigs, stellt in Beizgewölben, bei einer Temperatur von 36 Grad, in Fässern Roggenschrot, Sauerteig und Wasser an und stellt, so wie die Gährung erfolgt, die Dünneisen hinein und zwar zuerst in die alte Beize dann

in die neuere stärkere, sodann noch in eine schwächere, wozu 4 Tage bestimmt sind. Hierdurch wird nicht allein der Thon und Kalk des Hahnenbreies aufgelöst, sondern auch das Eisen angebeizt, wodurch sich der festsitzende Glühspan ablöst, welcher von der schwachen Essigsäure nicht eben aufgelöst wird. Man hat auch statt der Roggenmaische das Sauerwasser der Theeröfen und Köhlereien anzuwenden vorgeschlagen, welches ebenfalls Essigsäure enthält. Nach dem Beizen folgt das Scheuern der Dünneisen auf der Reibebank mit scharfem Sand oder gepochter Hohofenschlacke, um den Glühspan völlig abzulösen, hierauf werden die ganz blanken Bleche unter reinem Wasser bis zum Verzinnen aufbewahrt, damit sie nicht rosten; denn so wie die Oberfläche nicht völlig rein metallisch ist, haftet das Zinn nicht und es entstehen fehlerhafte Stellen.

Das Verzinnen geschieht in einer eisernen Pfanne von 18 Zoll Länge, 14 Zoll Breite, 18 Zoll Tiefe, welche in einem Ofen eingemauert ist, so daß sie vom Feuer frei umspielt wird. Die Oberfläche des Verzinnungsofens ist mit eisernen Platten, die nach der Pfanne hin geneigt sind, belegt, damit kein Zinn verloren gehe, sondern alles Abtropfende in die Pfanne zurückfließe; letztere kann durch ein senkrecht hineingestelltes Einhaltblech in zwei Räume getheilt werden. Man wendet englisches oder sächsisches Zinn an, welches nie rein ist, sondern mit mehreren Metallen legirt, als mit Blei, Spießglanz, Wismuth, Arsenik, Kupfer u. a. m., aber auch feines ostindisches; es wird in der Pfanne zu 10 bis 12 Ctr. geschmolzen, mit Talg bedeckt, damit sich dasselbe nicht durch den Sauerstoff der Luft oxydire und auf einen gehörigen Temperaturgrad gebracht, welchen man empirisch dadurch bestimmt, daß man Papier hineinsteckt, welches schnell verkohlt werden muß; denn

wenn das Zinn zu dickflüssig ist, so haftet es nicht, ist es zu dünnflüssig, so läuft zuviel ab und die Zinndecke auf dem Eisen wird zu dünn.

Nun werden 200 Stück Dünneisen, ein Satz, in die Pfanne auf die hohe Kante gestellt und nach und nach zu 20 und 25, ein Böstel, wieder herausgezogen und in Wasser abgekühlt. Diese Arbeit nennt man das Einbrennen. Hierauf wird das Einhaltblech in die Pfanne gesetzt, so daß dadurch ein großer und kleiner Raum entstehen, ein Satz Blech in den erstern gestellt und nach gehörigem Abschäumen des Talgs einzeln herausgezogen, das Abbrennen oder Einschlagen, und auf rostförmige Rahmen, Schragen, gestellt, damit das überflüssige Zinn ablaufen kann; hierauf werden die Bleche einzeln in den kleineren Raum der Pfanne eingetaucht, durchgeführt und sogleich wieder herausgezogen und auf einem zweiten Schragen auf die hohe Kante gestellt oder sie werden in der Diagonale herausgezogen und so aufgestellt, das eine Ecke der niedrigste Punkt ist. (Sollten sich Bleche darunter befinden mit unverzinnten Stellen, so werden diese bekrazt und noch einmal durchgeführt). Die Bleche kommen nun in den Schwarzwischkasten, wo sie mit Sägespänen und Lumpen vom Talg gereinigt werden. Um die Tropfkante zu beseitigen, d. h. den Saum an dem Rand der Blechtafeln, wo das Zinn abtropfte, bedient man sich eines verschiedenen Verfahrens, indem man die Bleche auf einer warmen Platte aufstellt, auf welcher etwas geschmolzenes Zinn sich befindet, wodurch das Abtropfen von der Kante vollständig erfolgt oder man stellt die Bleche in eine eigene Abtropfpfanne, die am Boden etwas Zinn enthält, in welches die Bleche mit der Abtropfkante eingetaucht und sodann herausgezogen, mit Moos abgewischt werden. Zuletzt werden die Bleche in einem

Trockenofen getrocknet, mit Kreide und Kleien weiß-gewischt und mit Lumpen überfahren, um den Staub zu entfernen; sie werden dann in Kisten, weniger zweckmäßig in Fässern eingeschlagen. Die Dimensionen der Bleche, Zahl derselben in einem Faß oder einer Kiste, sind nicht überall gleich; die dünnsten Bleche heißen Senkler.

Der Spiegel der meisten Bleche ist schlecht, wolkig, sie sind ungleich im Zinn, der spiegelartige Glanz fehlt, welches theils durch ungleiche Bedeckung mit Zinn verursacht wird, aber auch in der Unreinheit desselben seinen Grund hat. Es ist durchaus nöthig, daß die Bleche ganz blank gebeizt und gescheuert in's reinste Zinn kommen, daß ihre Oberfläche von allem Glühspan und selbst von den Vertiefungen befreit sei, in welchen erster festsaß, was durch besondere Polirwalzen erreicht werden kann. Das reinste und feinste Zinn, welches man in England aus dem Seifenzinn gewinnt, Körnerzinn, kommt nicht im Handel vor, man bedient sich daher theils des englischen Blockzinns oder des ostindischen.

Englisches Verfahren beim Verzinnen der Bleche. —

Die aus dem feinsten Stabeisen, welches man Weißblecheisen nennt, unter den Walzen gefertigten Bleche werden beschnitten, in Form eines ∧ gebogen und in Beize 4 bis 5 Minuten lang getaucht, welche aus 4 Pfd. Salzsäure und 3 Gallonen Wasser besteht (1 Salzs., 3 Wasser dem Gewicht nach) und für 8 Sätze, von 225 Blechen ein jeder, hinreicht. Hierauf werden sie zu 3 und 3 neben dem Glühofen aufgestellt, mit einem Eisenstab aufgehoben, in den rothglühenden Ofen gebracht und in 6 Reihen neben einander auf der Sohle desselben aufgestellt. Sobald der Glühspan abgesprungen, werden sie herausgenommen und andere eingesetzt; dies geht so schnell

daß in einer Stunde 6 bis 700 Bleche geglüht werden können; darauf biegt man sie über einem Ambos gerade. Diese Operation im Ofen nennt man the scaling. Um die Beulen und Falten aus dem Blech zu schaffen, läßt man dasselbe unter einem Paar sehr glatter und harter Walzen (in eisernen Schaalen gegossen) kalt durchgehen, wodurch die Flächen polirt werden.

So wie die Bleche vom Polirwalzwerk kommen, werden sie in Sauerwasser getaucht, welches aus Wasser und Kleie besteht und 9 bis 10 Tage lang gehörig abgegohren haben muß, man stellt sie in eiserne Kästen auf die hohe Kante und läßt 10 bis 12 Stunden lang beizen, während dem sie einmal gewendet werden. Diese Operation nennt man the working in the lies. Hierauf kommen die Bleche in eine Beize von verdünnter Schwefelsäure, die sich in einem bleiernen Kasten befindet, welcher durch Bleiplatten in Abtheilungen getheilt ist, deren jede 225 Bleche fassen kann. Die Stärke der Breite ist willkührlich, die Zeit der Behandlung in derselben ungefähr 1 Stunde, bis sie gehörig blank geworden sind und keine schwarzen Flecke mehr zeigen, überhaupt ist diese Behandlung der Bleche sehr schwierig und erfordert die größte Uebung, weil, wenn zu lange gebeizt wird, die Bleche Blasen ziehen. Um die Einwirkung der Beize zu beschleunigen, werden die Beizkästen durch einen Feuerkanal, auf welchem sie stehen, bis zu 32 oder 37 Grad erwärmt. Die Bleche werden dann in Wasser mit Sand und Werg abgescheuert und unter frischem Wasser aufgehoben.

Nun folgt das Verzinnen. Die Bleche kommen zuerst in eine Talgpfanne, in welcher sie etwa eine Stunde bleiben, wodurch die Verzinnung schöner ausfällt, hierauf bringt man sie in die Zinnpfanne, welche Blockzinn und Körnerzinn enthält (auch wohl einen

Zusatz von Kupfer), hier verweilen sie etwa 1½ Stunde, auch wohl länger; dann stellt man sie zum Abtropfen auf einen eisernen Schragen und führt sie dann durch. Sie werden nämlich in eine Pfanne mit reinstem Zinn eingetaucht, welche durch ein Blech in 2 Hälften getheilt ist und zwar in die größere Abtheilung, damit alles überflüssige Zinn, was auf den Flächen sitzt, abschmelzen kann, dann reibt der Arbeiter beide Flächen mit einem Hanfpinsel ab, taucht das Blech in die kleinere Abtheilung und sodann in die Talgpfanne. Dadurch wird das Blech theils von dem überflüssigen Blockzinn befreit, theils mit Feinzinn bedeckt. Das Zinnbad wird aber natürlich nach und nach immer mehr durch das abschmelzende Blockzinn verunreinigt, daher ausgeschöpft und zum Einbrennen benutzt, während reines Zinn wieder von neuem angewendet wird. Das Verweilen in der Talgpfanne dient dazu, das überflüssige Zinn zu beseitigen, daher kommt alles auf die Hitze des Talgs und die Zeit an, wie lange die Bleche im Talg bleiben. So wie 5 Bleche durch die Feinzinnpfanne durchgeführt und in die Talgpfanne eingetaucht worden sind, nimmt ein Knabe die erste Blechtafel heraus und stellt sie zum Abtropfen des Fetts auf einen Schragen in einer leeren Pfanne auf, damit aber auch der Tropfsaum beseitigt werde, nimmt derselbe die abgekühlten Bleche heraus und stellt sie in die Abwerfpfanne, welche ¼ Zoll mit geschmolzenem Zinn gefüllt ist. Ist der schmale Zinnsaum abgeschmolzen, so nimmt der Knabe die Tafel heraus, klopft mit einer Ruthe darauf, wodurch alles überflüssige Zinn abtröpfelt und nur eine sehr geringe Spur des Saums zurückbleibt. Die mit Kleie geputzten Bleche werden in hölzernen und blechernen Kisten verpackt.

Die Stahlbereitung.

Stahl ist ebenfalls eine Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff, auf der einen Seite an das weiße Roheisen, auf der andern an das Stabeisen angrenzend. Stahl ist schon den Alten bekannt gewesen, man stellte ihn in Feuern (Heerden) dar, wie noch jetzt bei der Luppenschmiede aus Eisenerzen (Wolfsstahl); derselbe ist sehr eisenhaltig und nur zu größern Gegenständen anwendbar, auch in Oefen, wie vordem bei dem Stückofenbetrieb. Die Güsse werden untersucht, ob sie zu Stabeisen oder zu Stahl sich eignen und dann beim Frischen theils auf Stahl, theils auf Stabeisen verwendet. Ebenso fällt in Blauöfen ein stahlartiges Eisen, Blase- oder Ofemundsstahl, ein sehr verschiedenartiges Gemeng von hartem und weichem Stahl und Stabeisen.

Die Gewinnung des Stahls geschieht jetzt hauptsächlich auf zweierlei Weise, erstlich aus Roheisen, welches zu Stahl gefrischt wird, Schmelz- oder Rohstahl, oder aus Stabeisen, welches durch Kohle cämentirt wird, Cäment- oder Brennstahl. Durch's Umschmelzen beider Stahlsorten, um die Masse homogener zu machen, erhält man Gußstahl.

Schmelzstahl, Rohstahl, wird jetzt fast ganz allgemein nicht mehr aus den Erzen in Rennheerden oder Blauöfen gewonnen, sondern aus Roheisen, welches viel Kohlenstoff enthält, Spiegeleisen (siehe oben Seite 32), oder aus grauem Roheisen, bei leichtflüssiger Beschickung erblasen, durch's Verfrischen dargestellt.

Diese Operation unterscheidet sich vom Frischen des Roheisens auf Stabeisen in nichts anderem, als daß man das Gaarwerden desselben durch eine langsame Behandlung unter dem Winde zu bewirken sucht, statt daß das Roheisen beim Stabeisenfrischen stets vor oder über den Wind gehalten werden muß.

Durch die langsame Behandlung des Roheisens unter dem Winde soll der Kohlenstoff in demselben nach und nach verbrennen, der Arbeiter soll es in seiner Gewalt behalten, den Verbrennungsproceß in dem Augenblick aufhören zu lassen, wenn er glaubt, daß der Stahl die Gaare hat. Man wendet aber auch zur Stahlbereitung gaarschmelzendes, wenig Kohlenstoff enthaltendes, weißes Roheisen an, welches nicht mehr völlig flüssig wird und durch Cämentiren über dem Winde als fertiger Stahl auf den Boden des Frischheerds niedergeht. Man gebraucht dazu sehr flache Feuer und läßt den Wind stechen, setzt auch wohl bei sehr dünnflüssigem Roheisen, um die Masse mehr breiartig, dick zu erhalten, gaarende Zuschläge zu. Das zum Stahlbereiten am besten anwendbare Eisen ist weißgemachtes graues Roheisen oder Spiegeleisen, aus guten Spatheisensteinen erzeugt, weil solches Roheisen bei der Leichtflüssigkeit der Erze und Schlacken rein ausfällt; eben so liefern auch reine Brauneisensteine gutes weißes Roheisen für die Rohstahlfabrikation. Graues Roheisen unmittelbar anzuwenden, ist minder rathsam, doch geschieht es im nördlichen Deutschland und Schweden.

Schmelzstahlbereitung aus grauem, rohschmelzenden Roheisen. Das Feuer hat eine Breite von 7 Fuß, eine Länge von 2½ Fuß, eine Tiefe vom Boden bis an die Form von 5 bis 6 Zoll; der Formzacken hängt 8 bis 12 Grad in's Feuer, der Boden ist von Sandstein, Grauwacke, gegen die Mitte zu ein wenig geneigt. Selten hält ein Sandstein mehr als 4 bis 5 Feuer aus. Das zuverarbeitende Roheisen, Stahlkuchen, ist mit Einkerbungen gegossen, damit man Stücke, Heitzen, von 20 bis 40 Pfund leicht abschlagen kann. Wird die Arbeit begonnen, so setzt man bei der ersten Heitze etwas Hammerschlacke hinzu, um Schlacke auf dem Boden zu be-

kommen und legt auf die Kohlen die Schirbel vom vorigen Stahlschrei, um sie zum Ausschmieden vorzuwärmen. So wie das erste Stück Roheisen von höchstens 25 Pfd. ganz flüssig in den Heerd gekommen ist, wird das Gebläse, welches bis dahin heftig gewirkt hatte, langsamer angelassen, etwas Hammerschlacke aufgestreuet und die Masse umgerührt, wodurch sie bald breiartig wird. Hierauf wird ein zweites Stück von einigen 30 Pfunden, welches vorher schon rothglühend geworden war, eingeschmolzen, wodurch das erste wieder ganz flüssig wird; ist die Masse nach einiger Zeit auch wieder teigig geworden, so wird ein drittes von 40 bis 50 Pfd. Schwere eingeschmolzen, etwas Hammerschlacke aufgestreuet, die Masse stark umgerührt, so daß ein lebhaftes Aufkochen entsteht; endlich bildet sich auf dem Boden ein Kuchen, der sich ganz fest anfühlen läßt. Sodann wird ein viertes einige 30 Pfd. schweres Stück in der Mitte des Kuchens aufgesetzt, eingeschmolzen, welches denselben bis auf den Boden durchfrißt; man rührt diese Masse um, wobei sie aufkocht und setzt endlich noch bei gleichem Verfahren ein fünftes, eben so schweres Stück hinzu. Ist nun der Stahlschrei fertig, so läßt man ihm in Heerd etwas erhalten, bricht ihn aus und zertheilt ihn unter dem Hammer in 6 bis 8 Schirbel, welche eine pyramidale Form haben, Segmente eines Kreises, indem der Schrei auswendig roher ist als inwendig; die Schirbel werden zu $\frac{5}{4}$ zölligen Quadratstäben ausgereckt. Der Kohlenaufwand beträgt hierbei auf den Centner Rohstahl bei grauem Roheisen 39 bis 40 Kubikfuß Kohlen; aus 3 Centner Roheisen erfolgen wenigstens 2 Centner Stahl, bei sehr gutem Eisen werden aus 4 Centner Roheisen 3 Centner Stahl erhalten. Geht die Arbeit gut, so können in einer Woche aus einem Feuer 25 Centner Rohstahl geliefert werden.

Bedient man sich des rohschmelzenden Roheisens, Spiegeleisens, wie im westlichen Deutschland, im Siegenschen, der Grafschaft Mark, theilweis in Schweden, Frankreich, so ist das anzuwendende Verfahren fast ganz dasselbe, nur ist eine größere Beschleunigung erforderlich, da sich das weiße Roheisen ungleich schneller verdickt. Zu jedem Schrei werden 3 bis 3½ Centner Roheisen in 6 bis 7 Heitzen eingeschmolzen, die erste zu 30, die zweite bis vierte zu 70 bis 80 Pfunden, nach jedem Einschmelzen wird die rohe Schlacke abgelassen, damit der Wind beim Einschmelzen der neuen Heitze besser auf sie wirken kann; die folgenden Heitzen haben ein abnehmend geringeres Gewicht. Die Luppe gelangt dadurch rascher zur Gaare, überhaupt wird dieselbe bei Spiegeleisen rascher erreicht, als bei grauem Roheisen. Im Siegenschen werden in einem Feuer wöchentlich 40 bis 50 Centner Stahl gefrischt, der Abgang beträgt 25 bis 27 Procent bei einem Aufgang von 17 bis 18 Kubikfuß Kohlen von hartem Holz auf 100 Pfd. Stahl. Der Rohstahl aus Spiegeleisen läßt sich leicht schmieden, bekommt weniger unganze und schiefrige Stellen, als der aus grauem Roheisen. — Auf einigen Rohstahlhütten in der Grafschaft Mark wird nach dem Gaarmachen der dritten Heitze altes Schmiedeeisen (gaares Schraat) in den Heerd gebracht, wodurch der Stahl früher gaar wird; dieser Zusatz wird bei der fünften und sechsten Heitze wiederholt (Schraatschmiede).

Im südlichen Deutschland wendet man weißes, gaarschmelzendes, von einem Theil seinen Kohlenstoffs befreites Roheisen zum Stahlfrischen an; man nennt in Steyermark und Tyrol die Rohstahlfeuer Hartzerrennhämmer. In Kärnthen, Krain und einem Theil von Tyrol wird das weiße Roheisen erst in Scheiben, Böden zerrissen, Brescianarbeit, und

dann verfrischt; die Arbeit in beiderlei Hütten ist ganz gleich, nur ist das Produkt der letzteren besser, obschon mehr Brennmaterial dazu verbraucht wird. Der vierkantige Stahl heißt Brescianstahl, die schlechteste, weiche Sorte heißt Romaner oder Romanstahl. Ein Brescianfeuer liefert bei einem Abgang von 25 bis 28 Procent wöchentlich 25 bis 30 Centner Stahl, welcher in dünne Stäbe, mit 2 bis 4 Procent Abgang, ausgereckt wird; der Kohlenverbrauch beträgt zusammen gegen 50 Kubikfuß auf 100 Pfd. fertigen Brescianstahl.

Noch ist des sogenannten **Willerstahls** oder **wilden Stahls** zu gedenken, einer Art Schmelzstahl, welcher wegen seiner Härte zu Zieheisen für Drathhütten gesucht wird; man erhält ihn dadurch, daß man bei der Fabrikation des Rohstahls den letzteren in dem Augenblick aus dem Schlackenloch absticht, wenn er eben aufzukochen anfängt, welches vor dem Gaarwerden geschieht. Er besitzt neben außerordentlicher Härte weder Geschmeidigkeit noch Schweißarbeit und ist ein Mittelding zwischen Roheisen und Stahl.

Cäment- oder Brennstahl wird durch Behandlung des Stabeisens mit Kohle oder kohlenstoffigen Substanzen in der Weißglühhitze, bei abgehaltenem Luftzutritt, erhalten. Hierbei muß der Kohlenstoff von Außem nach Innen in das Eisen eindringen, wodurch das Volumen des Eisens zunimmt und die Natur desselben umgeändert wird.

Ohne Zweifel war das erste Verfahren, Eisen in Stahl zu verwandeln, das Härten von Eisen- und Stahlarbeiten durch's Glühen in einer Umgebung von Kohle in bedeckten Gefäßen, das sogenannte Einsezzen, eine Flächencämentation, bis man später selbst die gänzliche Umwandlung des weichen Eisens in Stahl versuchte und ausführte. Um nämlich fertige Eisen-

waaren oberflächlich zu stählen, damit sie größere Härte annehmen und sich besser poliren lassen, glüht man sie in gut verschlossenen Blechkästen, mit Cämentirpulver geschichtet, in der Esse aus und löscht sie dann noch glühend im Wasser ab. Je länger die Glühung in der Umgebung mit dem kohligen Cämentirpulver fortgesetzt wird, desto dicker wird die Stahlhaut, aber desto spröder und brüchiger werden auch die Waaren. Am meisten bedient man sich dieses Verfahrens, um Stahl, welcher weich gemacht werden mußte, um ihn z. B. mit dem Grabstichel bearbeiten zu können, wieder bedeutend zu härten, so z. B. Plattinen für Gewehrschlösser, Stahlplatten bei der Siderographie ꝛc. Man bedient sich zum Cämentiren vorzugsweise der thierischen Kohle, der Leder- (oder Hornkohle) Knochenkohle, auch des blausauren Kalis.

Die Verfertigung des Cämentstahls geschieht in langen, aus feuerfestem Thon gefertigten Kästen, in welchen das Stabeisen mit dem Cämentirpulver eingeschichtet wird. Die Kästen sind 8, 10 auch wohl 15 Fuß lang, 26 bis 36 Zoll breit und 28 bis 36 Zoll hoch; je niedriger und schmaler sie sind, desto gleichförmiger wird die Beschaffenheit des Stahls, größere Breite und Höhe ist nachtheilig, weil dann die Hitze nicht gleichförmig ausfällt; die Wände werden einige Zoll stark angefertigt. Nicht selten bestehen die Kästen nur aus einem Boden und den beiden langen Seitenwänden, indem an beiden Enden die Seitenmauern des Ofens die Kästen schließen; sie dürfen niemals unmittelbar auf dem Heerd des Cämentirofens ruhen, sondern müssen hohl stehen, damit sie von allen Seiten vom Feuer umspült werden können. Die Construktion des Cämentirofens ist der der Glasöfen ähnlich; sie sind viereckig, das Gewölbe ist flach, damit die Kästen oben nicht kalt bleiben, wäh-

rend sie unten glühen. Den Hitzgrad regulirt man durch Oeffnungen im Gewölbe oder an beiden langen Seiten des Ofens, welche nach Schornsteinen führen, auch durch die Luftmenge, welche man zum Brennmaterial hinzuläßt. Man feuert theils mit Holzkohlen, theils mit Holz oder Steinkohlen, erstere Einrichtung ist jetzt nur noch wenig im Gebrauch, weil die Hitze von Flammfeuer zur Cämentation völlig hinreicht. Die Cämentiröfen, welche mit Steinkohlen oder Holz betrieben werden, haben gleiche Construktion, nur sind die Feuerungen bei ersteren kleiner und enger, bei letzteren größer und weiter.

Beschreibung des auf Taf. **VIII**. Fig. 6 und 7 abgebildeten Stahlcämentirofens; Fig. 6 Querschnitt, Fig. 7 Grundriß. Der Heerd des länglich viereckigen Ofens ist durch einen Rost in 2 Theile getheilt, auf jeder Seite steht ein Kasten **a**, so daß ein Ofen nur 2 Kästen enthält; nach der Qualität des Brennmaterials richtet sich die Breite des Rostes; **b b** Züge, **c c** Füchse, welche nach den Schornsteinen **d d** führen. Zum Abzug des Rauchs und der Flamme bringt man eine Oeffnung **e** in der Mitte des flachen Gewölbes des Ofens an. In einer der beiden schmälern Seitenwänden des Ofens befinden sich Oeffnungen **f f**, durch welche die Stäbe hinein- und herausgereicht werden; **g** das Loch, durch welches der Stahlbrenner in den Ofen gelangen kann, um theils die Kästen zu besetzen, theils nach dem Brennen zu entleeren. **h** Probelöcher zum Ziehen der Probestangen. Der Ofen steht unter einem konischen Rauchmantel.

Das Eisen, welches zu dieser Stahlbereitungsweise angewendet wird, muß hart, körnig, dabei aber fest und zähe sein, es ist dem weichen, zähen vorzuziehen, weil es mehr zum Stahlerzeugen geeignet ist, ebenso ist das aus sogenannten Stahlerzen

(aus Spatheisenstein) erzeugte Stabeisen brauchbarer; brüchiges, schiefriges Eisen darf nicht angewendet werden, weil dann diese Fehler im Stahl noch mehr hervortreten. Die Breite der Stäbe beträgt $1\frac{1}{4}$ bis 2 Zoll, die Dicke derselben sollte nie $\frac{5}{8}$ Zoll übersteigen, nur dann, wenn der Cämentstahl als Material zur Fabrikation von Gußstahl dienen soll, können Stäbe von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll angewendet werden; dann muß das Brennen auch längere Zeit dauern, wodurch die Außenfläche einen sehr harten, spröden Stahl liefert, der einer öftern Raffination unterworfen werden muß. Die Stäbe müssen einige Zoll kürzer sein, als der Kasten, damit sie bei der Längenausdehnung denselben nicht zersprengen. — Das Cämentirpulver besteht aus Kohlenpulver (Ruß) gemengt mit $\frac{1}{10}$ Asche und etwas Kochsalz; man zieht die Kohle harter Hölzer der der weichen vor; Koakspulver ist wegen des Gehalts an Kiesel und Thonerde nicht anwendbar. Welchen Nutzen die Asche haben mag, ist noch nicht ausgemacht, eben so wenig der Einfluß des Salzes; wahrscheinlich dient die Asche als ein Mittel, die Wirkung der Kohle auf's Eisen zu mildern, zugleich tritt aber auch Kiesel aus der Kieselerde der Asche, durch die Kohle reducirt, ans Eisen, wodurch dessen Beschaffenheit als Stahl nicht verbessert, sondern nur verschlechtert wird. Das Kochsalz nützt daher vielleicht dadurch, daß es eine Verbindung der Kieselerde der Asche mit dem Natron bedingt, wodurch Chlor ausgetrieben wird.

Man schüttet auf den Boden der Kästen 2 Zoll hoch Cämentirpulver, legt dann die Stäbe auf die hohe Kante neben einander, 1 Zoll vom Kasten und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll von einander entfernt; über diese erste Schicht Stäbe schüttet man eine $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll hohe Schicht Pulver, legt wieder Stäbe darauf und fährt so fort, bis nur noch 6 Zoll an der völligen Ausfül-

lung fehlen; dieser Raum wird mit gebrauchtem Cämentirpulver gefüllt und auf dieses unschmelzbarer feuchter Sand geschüttet. (Wendet man statt des Sands feste gemauerte Deckel an, so müssen die 6 Zoll der Höhe mit Kohlenpulver gefüllt werden.) Nirgends dürfen die Stäbe sich unter einander oder die Wände des Kastens berühren. Jeder Luftzutritt muß beim Cämentiren sorgfältig vermieden werden, weil sich dadurch das Eisen verschlackt. Der Ofen wird darauf allmählig angefeuert; er darf erst binnen 2 bis 4 Tagen den zum Cämentiren nöthigen Hitzgrad erreichen. 90 bis 100° Wedgwood, dieser muß möglichst gleichförmig unterhalten werden. Man setzt Probestangen in die Kästen ein, welche durch besondere Oeffnungen gezogen werden können, um nachzusehen, ob alles Eisen bis auf den Kern in Stahl verwandelt ist. Die Dauer eines Brands richtet sich theils nach der Größe des Ofens, theils nach dem Brennmaterial, dem Zug, auch nach der Stärke der Stäbe; bei kleinern Oefen kann ein Brand in 4, bei größern aber erst in 10 bis 12 Tagen vollendet sein. Oefen von mittlerer Größe, in welchen bei jedem Brand 40 bis 50 Ctr. Stabeisen eingesetzt werden, scheinen die vortheilhaftesten zu sein, man hat jedoch auch Oefen, welche mit 150 Centner besetzt werden. Zu heftige Hitze ist nachtheilig, indem sie theils das Eisen in's Schmelzen bringt und wenn auch dies nicht eintritt, so wird der Stahl viel ungleichartiger, als wenn eine mäßige Hitze längere Zeit anhält. — Nach vollendetem Brennen kühlt der Ofen einige Tage ab, dann nimmt man die Stäbe aus den Kästen.

Die Stäbe sind überall mit Blasen bedeckt, Blasenstahl, welche um so größer, je weicher und undichter, desto kleiner, je fester und größer das Eisen war; diese Blasen deuten auf die Entwickelung einer Luftart im Innern des Eisens hin, vielleicht

Kohlenoxydgas, aus dem verschlackten, oxydirten Eisen, welches dem Stabeisen beigemengt war, herrührend. Die bläuliche Eisenfarbe auf dem Bruch ist verschwunden, so wie das sehnige Gefüge, die Außenfläche ist reicher an Kohlenstoff als das Innere, weshalb auch die Stäbe unter dem Hammer brechen; je schwieriger dies geschieht, desto mehr ist im Innern noch an Einsenkern vorhanden. Durch das Cämentiren nimmt rostfreies Stabeisen an Gewicht um 0,33 bis 0,5 Procent zu, in England rechnet man bei vorzüglich gutem Eisen 0,4 Procent Gewichtszunahme, sonst weder Zu- noch Abnahme im Gewicht. Auch der Cämentstahl muß, wenn er nicht zur Darstellung von Gußstahl bestimmt ist, bevor er in den Handel gelangt, erst noch gegerbt werden; selbst das Ausrecken ist ein Raffiniren, indem schon dadurch derselbe weit feiner und gleichartiger wird.

Beispiele ähnlicher Cämentationen mit Kohlenstoff liefern Palladium, Iridium, auch selbst Gold und Silber durchdringen sich bei einer Hitze unter 22 Grad Wärme.

In England hat M' Intosh angefangen, Cämentstahl mittelst Kohlengases zu bereiten. Sowohl ölbildendes als gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas scheidet, durch Glühhitze entmischt, Kohlenstoff ab; man läßt daher durch eiserne, inwendig mit feuerfestem Thon ausgekleidete Röhren, in denen Stabeisenstangen, durch kleine Stäbe getrennt, gelagert sind, bei Anwendung von Glühhitze Kohlengas langsam strömen, wodurch sich auf dem glühenden Eisen Kohlenstoff höchst fein zertheilt absetzt und Wasserstoffgas entweicht. Wird dann bei gehemmtem Zutritt des Gases die Hitze gesteigert, so cämentirt sich das Eisen. Zur Fabrikation dieses Stahls hat M' Intosh in Glasgow inländisches Eisen verwendet, aus dichtem Rotheisenstein mit Holzkohlen erblasen, da man

sonst in England allen Cämentstahl nur aus schwedischem und russischem Stabeisen verfertigt. Die ganze Eisenproduktion der berühmten Danemora-Grube in Schweden erhält ein einziges Handlungshaus zu Hull.

Der Schmelz- oder Cämentstahl wird, bevor er in den Handel kommt, erst noch raffinirt oder gegerbt, dadurch soll der Stahl gleichartig werden, seine zu große Härte an einigen, seine zu große Weichheit an anderen Stellen verlieren, an Stärke und Elasticität gewinnen; er verliert aber, je öfter diese Procedur wiederholt wird, an Härte, weshalb es sehr gut ist, wenn der Stahl an sich schon möglichst gleichartig ist. Man reckt die Quadratstäbe zu dünnen, flachen Stäben aus (das Pletten oder Schienen) und härtet sie in kaltem Wasser, legt 8 bis 8 Stahlstäbe oder Schienen über einander und zwar eine härtere und eine weichere, eine Zange, und schweißt sie zu einer Stange zusammen, welche zu $\frac{3}{4}$ zölligem Quadratstahl ausgereckt wird. Man zerhaut die Stange in der Mitte, biegt sie um und schweißt beide Hälften wieder zusammen und verfährt also zum zweitenmal. Die Raffinirfeuer sind Schmiedeessen, welche mehre neben einander liegende Formen haben, die Feuer sind, um die Hitze zusammenzuhalten, mit einem Gewölbe versehen und haben daher das Ansehn langer Backöfen. Man bedient sich meist der Steinkohlen, weil sie mehr Hitze als Holzkohlen geben. Man benennt den Stahl nach der Zahl der angestellten Raffinirungen 1, 2, 3 Mal raffinirten Stahl, in Steyermark nennt man den mehrmals raffinirten Stahl Tannenbaum-Stahl. Der Abgang beim Raffiniren ist sehr beträchtlich, er beträgt bei jeder Gattung 7 bis 12 Procent; um 1 Centner Stahl zu raffiniren, rechnet man $3\frac{1}{3}$ bis $3\frac{1}{2}$ Kubikfuß Steinkohlen.

Gußstahl scheint zuerst in England um die Mitte des vorigen Jahrhunderts aus Cämentstahl durchs Umschmelzen gefertigt worden zu sein, um dadurch eine gleichförmigere Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen zu bedingen. Die älteste Gußstahlfabrik ist die von Hunzmann in Scheffield. In Ostindien ist die Gußstahlbereitung seit undenklichen Zeiten ausgeübt worden, man erhält über Bombay indischen Gußstahl im Handel unter dem Namen Wootz.

Man kann Gußstahl auf zweifache Weise darstellen, theils durch Umschmelzen von Schmelz- und Cämentstahl, theils durch Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Kohlenstoff; letzteres Verfahren erfordert ungleich mehr Hitze und der Erfolg ist vielerlei Zufälligkeiten unterworfen. Die Natur und Güte des angewendeten Rohstahls bedingt die Beschaffenheit des Gußstahls; ob der zu erhaltende Stahl schweißbar sein wird oder nicht, hängt von dem Verhältniß des Kohlenstoffs im umzuschmelzenden Stahl ab, ob dieser mehr roheisen- als stabeisenartig war. Das Schmelzen geschieht in feuerfesten Tiegeln, in England und zum Theil auch auf dem Continent, bedient man sich der von Stourbridgethon. Die Tiegel sind von einer solchen Größe, daß sie 30 bis 40 Pfund geschmolzenen Stahl bequem fassen, mehr pflegt man nicht auf einmal zu schmelzen; die jetzt allein gebrauchten Oefen sind Tiegelöfen. Um die atmosphärische Luft von dem Stahl abzuhalten, bedeckt man die Stahlstücke mit Glaspulver, welches schmilzt und eine Decke bildet; die zur Glaserzeugung dienlichen Materialien sind nicht eben so gut als schon fertiges Glas, in sofern dadurch der Stahl spröde werden soll, ohne Zweifel durch Aufnahme von Kiesel. Uebrigens soll man auch ohne Bedeckung mit Glas, wenn nur der Deckel auf dem Schmelzkessel gut verschließt, Gußstahl schmelzen. Die Hitze muß allmäh-

lig steigen und so lange fortgesetzt werden, bis alles in Fluß gekommen und einige Minuten lang in völligem Fluß erhalten werden, ehe nach vorgängigem Umrühren ausgegossen wird. Die Tiegel hebt man dann mit großen Zangen aus dem Ofen und gießt den Stahl in schmiedeeiserne Formen, welche 4 oder 8kantig sind, wodurch man Stäbe von jeder Form erhält, welche ausgeschmiedet werden.

Clouet lehrte Gußstahl durch Zusammenschmelzen von Stabeisen und Kohlenstaub verfertigen, eben so Eisenoxydul durch Kohle reduciren und in Stahl verwandeln; Mushet folgte ihm nach. Neuerdings hat Bréant diesen Gegenstand aufgenommen und gezeigt, wie dadurch Gußstahl von damascirtem Ansehn erhalten wird. Bei diesem Verfahren wird ein vorgängiges Cämentiren des Eisens erspart, allein das Resultat des Processes scheint unsicher zu sein, weshalb auch die Methode im Großen nicht eingeführt worden ist.

Ueber die Darstellung des Wootz hat Bachmann in seiner Reisebeschreibung durch Mysore, Canara und Malabar und Heyne in seiner Reisebeschreibung durch Ostindien nähere Nachrichten gegeben. Er wird durchs Zusammenschmelzen von Stabeisen und Kohle oder durchs Glühen mit Pflanzen, die sich dabei verkohlen, erhalten. Das dazu verwendete Eisen muß unbezweifelt sehr rein sein, in sofern es durch eine Art Stückofenwirthschaft dargestellt wird. Man schmelzt höchstens 2 Pfd. Eisen auf einmal, läßt das Produkt allmählig im Tiegel erkalten und zerschlägt den Tiegel. Faraday fand im Wootz 0,024 bis 1,3 Procent Alumium. Er und Stodart schreiben diesem Umstand die vortrefflichen Eigenschaften jenes Stahls zu, sie haben auch einen Alumium enthaltenden Stahl nachzubilden gelehrt und sich überzeugt, daß ein solcher dieselben guten Eigenschaften besitzt,

als der ostindische. Französische Analytiker fanden in einem unverarbeiteten Stückchen 0,948 Procent, in einem gewalzten und gehämmerten Pröbchen keine Spur Alumium, erhielten aber aus der Auflösung Phosphorsäure, Titanoxyd, Kieselerde, so daß also Phosphor, Titan, Kiesel im Stahl enthalten waren. Hieraus möchte man folgern: daß nicht im Alumium allein die Ursach der vorzüglichen Beschaffenheit des Wootzes liegen dürfte. Ueberhaupt hat Karsten aus Roheisen, Stabeisen und Stahl nie wägbare Mengen Thonerde erhalten.

Unter Härten versteht man das plötzliche Abkühlen des glühenden Stahls in kalten, am zweckmäßigsten in tropfbar flüssigen Substanzen. Der geglühte und langsam von selbst erkaltete Stahl ist wenig härter als Eisen und hat dieselben Eigenschaften, die er vor dem Glühen hatte; durch Härten erleidet der Stahl folgende Veränderungen:

1) er behält zum Theil das durchs Erhitzen vergrößerte Volum, wogegen der erhitzte und langsam erkaltete Stahl sein voriges Volum wieder annimmt, seine Dichtigkeit, specifisches Gewicht nimmt daher durchs Härten etwas ab, nicht so beim langsamen Erkalten.

2) Der Stahl erhält durchs Härten eine glatte, völlig metallische, glänzende Oberfläche, indem die Glühspandecke beim plötzlichen Erkalten abspringt.

3) Gehärteter Stahl zeigt ein feines Korn, so daß mit unbewaffnetem Auge keine körnige Textur mehr sichtbar ist.

4) Seine Farbe wird lichter und er erhält mehr Glanz, als er vor dem Härten besaß.

5) Er wird sehr hart und fest.

Bei einer großen, der Natur des Stahls nicht angemessenen Erhitzung und nachmaligem Abkühlen nimmt die Festigkeit ab, Härte und Sprödigkeit aber

zu, derselbe wird endlich so hart und spröde, daß er sich wie Glas pulvern läßt. Alle diese Veränderungen hängen theils von der Stärke der Erhitzung, theils von der Temperatur und Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeit ab. Daraus, daß Stahl durchs Härten ein vergrößertes Volum erlangt (es soll ungefähr um $\frac{1}{48}$ sich vergrößern), erklärt es sich, weshalb Gegenstände, die aus Eisen und Stahl oder aus härterem und weicherem Stahl zusammengeschweißt sind, sich beim Ablöschen verziehen, sich werfen. Jedoch scheint nicht jeder Stahl durchs Härten ein vergrößertes Volum anzunehmen.

Der Stahl muß nicht stärker gehärtet werden, als nöthig ist, um den ganzen Grad seiner Elasticität zu gewinnen; je leichter ein Stahl die Härte annimmt, je weniger derselbe erhitzt zu werden braucht, desto besser ist er. Der vollkommenste Stahl verbindet mit der größten Härte die größte Elasticität; um jedoch dessen fähig zu sein, muß er, frei von fremdartigen Bestandtheilen, auf's Innigste mit Kohlenstoff durchdrungen und auf's Gleichartigste mit letzterem verbunden sein. Da das Härten des Stahls dadurch bedingt wird, daß ein plötzlicher Temperaturunterschied zwischen dem glühenden Stahl und der kalten Substanz, mit welcher er in Berührung gebracht wird, obwaltet, von dessen Grad die größere oder geringere Härte, die der Stahl annimmt, abhängt, so könnte man diesen Zweck entweder dadurch erreichen, daß man bei gleichem Hitzgrad des Stahls die Temperatur der Flüssigkeit beim Härten verschiedentlich ändert, was fast gänzlich unausführbar ist, oder bei gleicher Temperatur der ersteren die Hitzgrade des Stahls abändert, was aber darum unpraktisch ist, weil bei geringerer Härte ein geringerer Grad von Elasticität und Festigkeit gegeben ist. Da nun aber auch durch das Härten eine gewisse Sprödigkeit ein-

tritt, die um so geringer, je weniger die Hitze übertrieben und je gleichförmiger der Stahl, so wird durchaus eine zweite Operation nothwendig, das Anlassen, wodurch dieser Uebelstand wieder aufgehoben wird. Die Stärke der Erhitzung des Stahls beim Härten bleibt der Erfahrung und dem Auge des Arbeiters lediglich überlassen, wobei die verschiedenartige Beschaffenheit eines und desselben Stahls gar viele Schwierigkeiten verursacht. Die zum Härten nöthige Hitze liegt zwischen der Kirsch- und Rosenroth-Glühhitze, zwischen 40 bis 80 Grad Wedgwood; es gibt kein anderes Mittel zur Beurtheilung der richtigen Glühhitze als die Farbe des glühenden Stahls. Je größer die Hitze ist, bei welcher der Stahl gehärtet wird, desto gröber und weißer ist das Korn; ein feines, graues und mattes Korn zeigt einen zu geringen Hitzgrad an, ein feines, weißes und glänzendes Korn beweist, daß die Hitze beim Härten zweckmäßig gewählt ist.

Das Härten geschieht gewöhnlich in kaltem Wasser, in fließendem besonders dann, wenn große Stücke und viel nach einander zu härten ist, weil bei fließendem Wasser stets erneuerte Wassertheile mit dem Stahl in Berührung kommen; je kälter das Wasser, desto härter wird bei gleicher Erhitzung der Stahl und umgekehrt; weiches Wasser härtet weniger als hartes, oder Salzwasser, verdünnte Mineralsäuren (verdünnte Salpetersäure, Schwefelsäure), welche bessere Wärmeleiter sind. Beim Ablöschen in Quecksilber erhält man eine größere Härte, als im Wasser, aber der Stahl wird spröder, brüchiger. Man hat auch Weingeist zum Härten, einen Brei von Wasser, Kreide und Weingeist zum Härten von Wagenfedern, Patrizen für Graveure angewendet, auch fette Oele, Talg und Oel zum Härten schneidender Instrumente, durch

Hartborsten vermieden werden, aber auch nur eine geringere Härte erlangt wird; nach Parkes nehmen so gehärtete Instrumente keine feine Schneide an. Die Uhrmacher härten stählerne Wellengetriebe in Talg. Empiriker setzen einen zu hohen Werth in Recepte zu Härtewässern, welche jeder Stahl zum richtigen Härten verlangt. Soole (Urin) zieht man beim Härten der Feile vor, in England thut man Knochenasche in's Salzwasser. Auch in der Luft wird gehärtet, indem man die glühenden Stahlwaaren schnell durch die Luft bewegt. Man hat selbst verdichtete Luft vorgeschlagen.

Das Anlassen geschieht durch gelindes Erhitzen des gehärteten Stahls, bis die angezeigten Anlauffarben erscheinen; je mehr man den gehärteten Stahl erhitzt, desto mehr nimmt seine Härte ab; deshalb müssen Stahlwaaren, bei denen Härte die Hauptsache ist, wenig, wo Zähigkeit, weit mehr erhitzt werden und wenn hauptsächlich Elasticität erfordert wird, blau anlaufen. Der Wootz verlangt beim Anlassen eine um 18 Grad Reaumur höhere Wärme, als der beste englische Gußstahl. Hat der Stahl beim Anlassen die gewünschte Farbe angenommen, so wird er in Wasser abgelöscht, damit er nicht durch allmähliges Auskühlen weich werde.

Parkes hat Metallbäder aus Blei und Zinn angegeben, in verschiedenen erfahrungsmäßigen Proportionen, deren man sich beim Anlassen von schneidenden Werkzeugen bedienen kann; allein die Anwendbarkeit solcher Metallbäder ist sehr relativ, da bekanntlich ein geschmolzenes Metall über seinen Schmelzpunkt hinaus erhitzt werden kann und nur dann seine Schmelztemperatur unverändert behält, wenn man stets neues Metall in das bereits geschmolzene trägt.

Name d. Stahlwaaren	Metallbad		Schmelzpunkt
	Blei	Zinn	Reaumür
Lanzetten	7	4	187°
Andere chirurg. Instrumente . .	7½	4	191°
Rasirmesser . .	8	4	196°
Federmesser u. einige andere chirurg. Instrumente	8½	4	200°
Größere Federmesser, Skalpels .	10	4	209°
Frauenscheeren, größere Scheeren, Gartenscheeren, kalt angelassene Meißel . . .	14	4	218°
Aexte, warm angelassene Meißel . Hobeleisen, Taschenmesser . . .	19	4	226°
Tischmesser, große Scheeren . . .	30	4	236°
Klingen, Uhrfedern	48	4	244°
Größ. Federn, Dolche, Bohrer, kleine feine Sägeblätter	50	2	248°
Stichsägen, Handsägeblätter, Federn zu besondern Zwecken, in kochendem Leinöl			266°
Artikel, welche noch etwas weicher sein müssen in schmelzendem Blei . .			272°

Damascirter Stahl wird derjenige Stahl genannt, welcher durchs Aetzen der vorher polirten Oberfläche mittelst verdünnter Säuren Schattirungen von dunkler und heller Farbe zeigt. Diese Eigenschaft

hängt von einer ungleichartigen Beschaffenheit des Stahls ab; denn je gleichartiger und weicher derselbe ist, je weniger Kohlenstoff er enthält, desto weniger tritt die Damastbildung hervor. Der ungleichartige Roh- oder Cämentstahl, welcher aus Gemengen von sehr hartem und sehr weichem Stahl besteht, gibt einen sehr starken, aber sehr groben Damast, selbst Stabeisen entwickelt in einem mindern Grad dieselbe Erscheinung, weshalb man auch aus härterem und weicherem Stabeisen, welches zusammengeschweißt wird, Materialeisen zur Verfertigung von damascirten Gewehrläufen verfertigt, so wie auch jeder gegerbte Stahl aus demselben Grunde damascirte Flächen zeigt. Allein ein solcher besitzt nicht die nöthige Festigkeit und Elasticität, welche von einem vorzüglichen Stahl verlangt wird; man schweißt daher härtern und weichern Stahl oder statt des letztern auch weiches Stabeisen auf eine regelmäßige Weise zusammen, so daß die gleichartigen Massen des härtern Stahls die Schneiden bilden und der weiße Stahl im Innern die Festigkeit vermehrt. Diese Art, damascirte Flächen hervorzubringen, könnte man künstlichen Damast nennen, im Gegensatz des natürlichen Damasts, welchen unter Umständen der Gußstahl zeigt.

Wenn derselbe nämlich, so homogen er auch sein mag, langsam erkaltet, so findet eine Trennung der Stahlmasse in mehrere verschiedene Kohlenstoff-Verbindungen statt, von denen die eine in der andern krystallisirt. Je mehr Kohlenstoff der Stahl enthält, je härter derselbe, desto beträchtlicher ist der Einfluß des langsamen und raschen Erkaltens hinsichtlich der Damastbildung. Langsames Erkalten bedingt aber leicht Höhlungen und Blasen und macht den Stahl um so weniger der Bearbeitung fähig, je härter und je weniger schweißbar er ist. Deshalb wendet man gewöhnlich folgendes Verfahren an: man läßt ihn

durch Eingießen zwar schnell erkalten, wodurch die Damastbildung behindert wird, glüht aber dann die Stahlstangen bei gänzlichem Abschluß der Luft längere Zeit, wodurch sich jene verschiedenen Kohlenstoffverbindungen eben so gut entwickeln, als durch langsames Erkalten; hierdurch wird der Stahl weich und leicht bearbeitbar. Der natürliche Damast deutet zwar auch auf eine ungleiche Beschaffenheit der Masse hin, allein der Unterschied in der Härte ist weit weniger beträchtlich, als in dem künstlichen Damast. Durchs Umschmelzen verliert sich natürlich der Damast und kann nur durch eine ähnliche Behandlung nach dem Schmelzen wieder erhalten werden.

Die Anfertigung des künstlichen Damasts aus Stahl und weichem Eisen findet im Orient noch jetzt ganz gewöhnlich statt; man bedient sich des indischen Stahls in Persien, Kleinasien, wo die Kunst, Gußstahl anzufertigen, seit einigen Jahrhunderten untergegangen zu sein scheint. Der Stahl wird mit Eisen kunstmäßig umwickelt, zusammengeschweißt, zu langen Stäben ausgezogen und diese gegerbt. Dieser Damast stellt sich als ein aus krummen in einander geflochtenen oder parallel mit einander fortlaufenden Linien zusammengesetztes Muster dar.

Vorschriften zur Anfertigung eines solchen hat Clouet sehr ausführlich angegeben, neuerdings, Crivelli. Dieser lehrt, Stahl in $1\frac{1}{2}$ Zoll breite und $\frac{3}{4}$ Linien starke Bleche verwandeln, mit Eisendrath von $\frac{3}{4}$ Linien Stärke umwickeln, so daß $\frac{1}{4}$ Stahloberfläche von letzterem bedeckt wird und dieses zu einer quadratischen Stange von 2 Linien zusammenschweißen. Die Stange wird in 7 Theile zerschnitten, wieder zusammengeschweißt.

Was die Darstellung eines damascirten Gußstahls betrifft, so gibt der indische Wootz hierzu den besten Belag; er behält diese Eigenschaft selbst nach

mehrmaligem Umschmelzen, wogegen der Damast durch Zusammenschweißen von Stahl und Eisen durchs Umschmelzen verloren geht. Wahrscheinlich haben aber die im Wootz enthaltenen Erdmetalle einen besondern Einfluß auf die beträchtliche Neigung desselben zur Krystallbildung, wodurch der Damast hervorgebracht wird.

Endlich gibt es noch eine dritte Art von Damaststahl, ein inniges Gemeng von Stahl und andern Metallen, welche auch nach plötzlichem Erkalten die charakteristischen Zeichnungen nicht verliert; man kann diese Stahlarten nicht wohl als Gemische, Legirungen, sondern nur als innige Gemenge betrachten, nach Art der verschiedenen Kohlenstoffverbindungen im vorigen Fall. Stodart und Faraday, Berthier, Breant, Fischer u. a. m. haben sich in neuerer Zeit damit beschäftigt, Stahl mit verschiedenen Metallen zu verbinden. Von den wichtigsten Resultaten soll hier die Rede sein.

Silber und Stahl lassen sich nur schwierig mit einander durchs Zusammenschmelzen verbinden, das erstere hat eine große Neigung sich von letzterem zu trennen, so daß Silberkügelchen von Stahl bei einem Verhältniß von 1: 150, 1: 200 sich ausscheiden. Als das Verhältniß 1: 150 gewählt wurde, erhielt man ein gleichförmiges Metall, aus welchem keine Silberkügelchen sich mehr abschieden und in welchem man nach dem Ausschmieden keine Silberfäden entdeckte. Solcher Silberstahl ist härter als Gußstahl, selbst als Wootz, ohne die mindeste Neigung zu Hartborsten und Kantenbrüchen zu zeigen. Man fertigt Rasir-, Feder- und chirurgische Messer aus demselben. (Nicht ohne Grund sind die Rasirmesser von John Barbes in Scheffield berühmt.)

Platin und Stahl legiren sich leicht in verschiedenen Verhältnissen mit einander; 1 bis 3 Pro-

cent Platin mit Stahl verbunden, geben einen zu schneidenden Instrumenten brauchbaren Stahl, welcher dem Rosten sehr wenig unterworfen ist, was besonders charakteristisch. 1, 5 Procent soll das beste Verhältniß des Zusatzes sein. Platin läßt sich mit Stahl zusammenschweißen.

Nickel und Stahl, Meteorstahl, also genannt, weil man Nickel im Meteoreisen findet. Man hat diesen Stahl sehr gepriesen, er ist aber dem Rosten sehr unterworfen. — Titan und Stahl, die Masse zeigt vortrefflichen Damast. — Chrom und Stahl, ein vortrefflicher Damast, bedeutende Härte und Festigkeit; mit 1, 2, 3 Procent Chrom. — Rhodiumstahl zeichnet sich durch große Härte und Festigkeit aus, so daß aus demselben (der 1 bis 2 Procent Rhod. enthält) gefertigte Instrumente eine um 13,°3 Reaumur höhere Temperatur beim Anlassen erfordern, als der beste Wootz. Das Rhodium vereinigt sich mit dem Stahl in allen möglichen Verhältnissen. Wenn nicht der hohe Preis des Rhodiums eine häufigere Anwendung hinderte, so würde wegen der trefflichen Eigenschaften eines solchen Stahls zu Rasir-, Feder- chirurgischen Messern, Grabsticheln, mehr Gebrauch davon gemacht werden. — Iridium und Osmium mit Stahl legirt, bewiesen sich wie Rhodium, der Stahl war von vorzüglicher Qualität. — Kupfer und Stahl; die Legirung besitzt keine besondere Eigenschaften, welche sie empfehlenswerth machten.

Etwas über Siderographie, oder die Kunst, in Stahl zu stechen und zu ätzen.

Diese wichtige Erfindung verdankt man den Amerikanern Perkins, Fairmann und Heath. Die Absicht, welche der ersten Anwendung des Stahlstichs zum Grunde lag, war, eine gestochene Platte behufs

sehr vieler Abdrücke beliebig vervielfältigen zu können, außerdem aber auch die ausgezeichnete Dauerhaftigkeit einer Stahlpatte, im Vergleich mit Kupferplatten. Man bedient sich Gußstahlplatten, welche behufs der Gravirung auf der Oberfläche weich gemacht werden müssen; dies geschieht durch einen Entkohlungsproceß, wodurch die Oberfläche in weiches Eisen verwandelt wird. Man glüht die Stahlplatte in einer gußeisernen Büchse, in einer Umgebung von reiner Eisenfeile, längere oder kürzere Zeit lang aus, um tiefer oder weniger tief die Entkohlung einzuleiten; nach ganz allmähligem Erkalten wird die Platte gravirt und darauf gehärtet, d. h. wieder in Stahl verwandelt, in einer mit Lederkohle gefüllten gußeisernen Büchse erhitzt und mehrere Stunden lang in starker Rothglühhitze erhalten. Hierauf taucht man die glühende Platte in kaltes Wasser und zieht dieselbe vor dem völligen Erkalten heraus, um Risse und Sprünge zu vermeiden, so wie ein nachträgliches Anlassen; sie muß übrigens so hart sein, wie strohgelb angelassener Stahl, wenn sie zu folgender Behandlung geeignet sein soll. Man bedient sich nämlich einer solchen harten gravirten Platte als Matrize, um mittelst derselben Patrizen anzufertigen, welche zur beliebigen Uebertragung des Stichs auf andere Platten dienen.

Zur Anfertigung der Patrizen dient eine Walze aus Gußstahl (Molette), welche in einem Gestell sich um ihre Axe drehen kann; sie muß eine so große Oberfläche besitzen, daß diese die Platte gerade bedeckt. Die Walze wird auf eine gleiche Art entkohlt und mit großer Kraft gegen die harte Matrize angepreßt, so daß sich die Zeichnung auf die Patrize rein überträgt und auf dieser erhaben zum Vorschein kommt. Daß diese Operation mit Hilfe ganz genauer Maschinen vollbracht werden müsse, ist leicht

zu erachten. Ist dieses geschehen, so wird die Patrize eben so gehärtet, wie die Matrize und kann nun angewendet werden, um auf Kupfer oder weichgemachte (entkohlte) Stahlplatten dieselbe Zeichnung zu übertragen, welche letztere dann wieder gekohlt, gehärtet und blau angelassen werden, um sie zum Abdruck vorzubereiten. Ganz besonders zur Verfertigung von Papiergeld, Banknoten ist dieses Verfahren der Siderographie von den Erfindern angewendet worden. Auf eine gleiche Weise werden auch die Dessinwalzen für Kattundruckereien, welche Walzendruck verfertigen, gearbeitet. Das Muster wird in Stahl gestochen, aber nothwendig in solchen Dimensionen, daß dasselbe in der Peripherie der Druckwalze in einer bestimmten Zahl von Wiederholungen aufgeht; darauf wird die Platte gehärtet, die Patrize gefertigt und mittelst dieser die völlig cylindrisch abgedrehte polirte Kupferwalze gravirt.

Bald darauf kam man auf ein bequemes Verfahren, in Stahl zu ätzen, nach Art der Aetzmanier der Kupferstecher; zu dem Ende werden die Platten gleichfalls vorher auf die oben angegebene Weise entkohlt, polirt, mit Aetzgrund überzogen und auf bekannte Art gravirt, darauf mit einer Aetzflüssigkeit geätzt. Hierzu hat man stark verdünnte, chemisch reine Salpetersäure, Auflösung von salpers. oder holzs. Quecksilberoxyd (salpeters. Kupferoxyd, den sauren Rückstand vom Aetzen in Kupfer), schwefels. Kupferoxyd u. a. m. angewendet, allein der Absatz von niedergeschlagenem Kupfer bei der Anwendung von Kupferlösungen wirkte auf den Stich nachtheilig ein. Gute Dienste leistete Turrells Aetzflüssigkeit, bestehend aus 4 Maas stärksten Holzessig, 1 M. starken Weingeist und 1 M. starker Salpetersäure. Diese Mischung läßt während des Aetzens kein Eisenoxyd fallen, es bleiben daher die Züge der Zeichnung immer blank;

sie ätzt in einer Minute schwache Töne, dunkle Töne in 10 bis 15 Minuten. Nach dem Abgießen der Aetzflüssigkeit wird die Platte mit einem Gemisch von 4 Maas Wasser und 8 M. Weingeist abgespült und vor Rost durch einen Caoutchoucfirniß oder durchs Bereiben mit ganz frischem reinen Hammeltalg geschützt. Man glaubt, daß schon Albrecht Dürer in Stahl gestochen habe.

Zweites Kapitel.

Vom Zink.

Eigenschaften. — Das Zink besitzt eine bläulichweiße Farbe, einen blättrigen Bruch, starken Glanz, läuft aber an feuchter Luft leicht an und bedeckt sich mit einem schmuzigweißen, aschgrauen Ueberzug (Oxyd), welcher die fernere Einwirkung des Sauerstoffs der Luft hemmt; sein specifisches Gewicht beträgt 6, 8 — 7, 2 (gewalztes). Es ist weit weniger dehnbar als Blei und Zinn, kann durch Hammerschläge zertrümmert werden, besonders leicht in der Kälte und bei einer Erhitzung auf 200° C.; wenn man es aber auf 100 — 150° erwärmt, so ist es hämmerbar, läßt sich walzen, strecken und zu Draht ausziehen. — Ein 2 Millimeter starker Zinkdraht soll 101 Pfd. tragen. — Unter allen Metallen dehnt sich das Zink am stärksten beim Erwärmen aus, nämlich von 0 — 100° um $\frac{1}{340}$. — Zu allen anderen Metallen, die im bürgerlichen Leben vorkommen, verhält sich das Zink + electrisch, worauf seine Anwendbarkeit zu gewissen Zwecken beruht, z. B. zur Anfertigung des sogenannten Silberpapiers (besteht aus Zinn und Zink) worin man feine Stahlin-

strumente gegen das Rosten bewahrt. Das Zink schlägt mit Ausnahme des Eisens und Nickels fast alle dehnbaren Metalle aus ihren Auflösungen nieder. Das Zink schmilzt bei 360° — 370° C., bedeckt sich dabei mit einer Oxydhaut, welche sich stets wieder erneuert, wenn man sie abzieht, wobei durch die verbrennenden Zinkdämpfe eine grünliche Lichterscheinung gesehen wird. Bei steigender Hitze bildet es Dämpfe und läßt sich destilliren, worauf die Darstellungsweise beruht.

Das gewöhnliche käufliche Zink ist nicht rein, es enthält etwas Blei, Kadmium, Arsenik, Kupfer, Eisen und Kohlenstoff und kann auch durch wiederholtes Destilliren nur unvollkommen gereinigt werden. Will man reines Zink bereiten, so muß man aus dem schwefelsauren Zinkoxyd reines kohlensaures Oxyd darstellen und dieses mit Kohle destilliren. Zink löst sich in schwefliger und Schwefelsäure, in Salz- und Salpetersäure, Essig, überhaupt in den Säuren sehr leicht auf, weshalb es zu mancherlei Geräthschaften nicht anwendbar ist, indem seine Salze sämmtlich Erbrechen erregen.

Von den mannichfachen Verbindungen des Zinks erwähnen wir hier nur des Oxyds, des sogenannten Ofenbruchs oder Schwammes, der sich in den den Hohöfen, in denen man zinkische Blei-, Kupfer- und Eisenerze verschmilzt, an der Gicht ansetzt und als Zinkoxyd benutzt wird.

Natürliches Vorkommen des Zinks.

— Die wichtigsten Zinkerze sind:

1) Blende, kommt theils in Krystallen vor (Rhombendodecaeder), theils blättrig, strahlig, fasrig, derb; der Bruch splittrig in's Ebene, von feinem Korn, durchsichtig bis undurchsichtig, von starkem Diamant und Perlmutterglanz, schwarz, braun, roth,

gelb, grün; die beiden ersten Farben sind die gewöhnlichsten; spec. Gewicht = 3, 7 — 4, 2 zum Theil phosphorescirend. Die Blende besteht im Wesentlichen aus 60 Proc. Zink und 40 Proc. Schwefel; jedoch ist in der Regel Schwefeleisen, Schwefelkupfer und Schwefelarsenik eingemengt. Man trifft das Erz auf Gängen und Lagern im älteren und neueren Gebirge.

2) Galmei, findet sich theils krystallisirt, in blättrigen Krystallen, die rhombischen Prismen angehören, meist zu kugligen und nierenförmigen Massen verbunden, auch tropfsteinartig, zerfressen, zellig, derb. Textur strahlig und fasrig, Bruch uneben, kleinkörnig bis erdig; Perlmutterglanz, durchsichtig bis undurchsichtig; grau, grün, gelb, braun, letzteres von beigemischtem Eisenoxyd; spec. Gewicht = 3, 3 — 3, 5; electrisch. — Besteht aus 67 Zinkoxyd, 25 Kieselerde und 8 Wasser. Begleitet fast überall die folgende Gattung und findet sich in Grauwacke und Thonschiefer auf Gängen, häufiger im Flötzgebirge, besonders im Kalkstein, auch liegenden Stöcken.

3) Zinkspath, edler Galmei, findet sich in rhomboedrischen und 6seitigprismatischen Krystallen, meist in denselben Verhältnissen der Structur und des Vorkommens wie der Galmei; Textur aus einander laufend fasrig, Bruch uneben grobkörnig in's Splittrige und Erdige, durchscheinend bis undurchsichtig; glasglänzend auch perlmutterglänzend; weiß in's Graue und Gelbe (Blaue und Grüne), mit braunrothen Flecken; spec. Gewicht = 3, 6 — 4, 5; electrisch. — Besteht aus 65 Zinkoxyd und 35 Kohlensäure, gewöhnlich mit erdigen und metallischen Einmengungen. — Findet sich in älteren Gebirgen auf Gängen, seltner auf Lagern, häufiger in jüngeren Gebirgen auf Flötzen und liegenden Stöcken.

Ausbringen von Zink aus den Zinkerzen.

Dieses geschieht 1) aus dem Galmei und Zinkspath 2) aus der Blende.

1) Aus dem Galmei und Zinkspath. Der meiste Zink wird aus Galmei gewonnen, welcher, nachdem er vorher gebrannt worden, der Reduction unterworfen wird. Das Brennen hat zum Zweck, den Gehalt an Wasser oder Kohlensäure auszutreiben, dadurch das Volumen zu vermindern und die Masse mürbe zu machen. Es geschieht theils in Haufen im Freien, theils mit bedeutender Ersparniß an Brennmaterial in eigenen Brennöfen. Im ersten Falle braucht man Holz oder Steinkohlen, zerschlägt darauf den gerösteten Galmei in Stücke von der Größe einer welschen Nuß; im letzten geschieht das Vorbereiten auf dem Heerde eines Flammenofens, auf welchen das zerkleinte Erz durch eine Oeffnung im Gewölbe des Ofens geschüttet und ausgebreitet wird. Fig. 3 Taf. IX. stellt den Oberschlesischen Calcinirofen im Längen-Durchschnitt, Fig. 4 im Grundriß dar; a die Oeffnung im Gewölbe zum Einschütten des Galmeis, b, b Oeffnungen in den Seitenwänden, mit Thüren verschlossen, zum Wenden des Galmeis, c Schornstein, d Feuerbrücke, e Rost, f Schürloch; das Anfeuern geschieht mit Steinkohlen. Der Galmei wird alle Stunden gewendet und nach 5 bis 6 Stunden gut geröstet ausgezogen, worauf wieder der Ofen von neuem geladen wird. Durchs Brennen verliert der Galmei ungefähr $\frac{1}{3}$ an seinem Gewicht, wird mürbe und dunkler rothbraun gefärbt, war es brauner, gelbroth, war es weißer. Die Oberschlesischen Brennöfen fassen 30 Centner; man verbraucht auf 100 Centner Galmei 15 Scheffel Steinkohlen zum Rösten. In den Niederlanden wird das Rösten in Schachtöfen vollbracht.

Die Reduction des im Galmei enthaltenen Zinkoxyds geschieht durch einen Zuschlag von Kohlen, welche dem grob gepulverten oder in kleine Stückchen gepochten Galmei beigegeben werden; man bedient sich theils der Holzkohlen, theils der kleinen Koaks und Cinders, die beim Brennen auf Rosten durch die Roststäbe fallen. Da aber Zink in der Hitze flüchtig ist, so erfordert die Reduction desselben verschlossene Apparate, wie sie zur Destillation nöthig sind. Man bedient sich zu dem Ende a) theils des Tiegelapparats zur absteigenden Destillation, englisches Verfahren von Watt eingeführt; b) eines Röhrenapparats und zwar α) senkrechter irdner Röhren zur absteigenden Destillation, vordem in Kärnthen üblich, β) horinzontaler Röhren zur seitwärtsgehenden Destillation, lütticher Einrichtung; c) theils der Muffeln mit Hälsen, wobei gleichfalls eine schräge Destillation stattfindet, in Oberschlesien, Polen, Krakau, Galicien, Graubünden.

a) **Englisches Verfahren der Destillation des Zinks im Tiegelapparat.** Die Zinkhütten trifft man in den Gegenden von Bristol und Birmingham an, auch bei Scheffield, erstere beziehen den Galmei aus Flintschire und den Mendip-Bergen, letztere aus Alston-Moor in Cumberland. Sie liegen wegen niedriger Zinkpreise meist alle in Fristen, da schlesischer Zink dort wohlfeiler zu haben ist. Die Zinkschmelzöfen sind theils viereckig, theils rund, wie der auf Taf. IX. Fig. 5 im senkrechten Durchschnitt und in Fig. 6 im Grundriß dargestellte Ofen; letztere verdienen den Vorzug; sie sind auf 6 bis 8 Tiegel eingerichtet mit einem Kuppelgewölbe **a** überwölbt, stehen unter einem kegelförmigen Rauchmantel **b**, welcher als Schornstein zur Verstärkung des Zugs und Abführung des Rauchs dient. In demselben befin-

den sich so viele Thüren c, c, c, als es Häfen im Ofen gibt, in dem Gewölbe eben so viele Oeffnungen d, d, d, durch die der Rauch aus dem Innern des Ofens in den Mantel abzieht und die Häfen besetzt werden können. In den Umfassungswänden befinden sich für die Häfen Aufbrechlöcher, durch welche man dieselben in den Ofen einsetzt und auszieht, wenn sie unbrauchbar geworden; die Oeffnung wird nach dem Einsetzen vermauert. Die Häfen werden in einem Flammenofen mit zwei Feuerungen von beiden Seiten vorgewärmt, wie bei den Glasöfen üblich ist, der Transport der glühenden Häfen geschieht mittelst einer eisernen Zange, die auf einem eisernen zweirädrigen Gestell befestigt ist. e der Rost, f die Heizthür, g der Aschenfall. Die Häfen h, h, h haben in der Mitte des Bodens ein Loch, welches bei der Besetzung mit Galmei und $\frac{1}{7}$ Kohlen mit einem Holzpfropfen geschlossen wird, dessen Kohle dann, wenn die Hitze steigt, das Ausfließen des flüssigen Zinks und der Beschickung verhindert. Die Heerdsohle i i, auf welcher die Tiegel stehen, ist unter jedem durchbrochen, so daß man zur Oeffnung im Boden derselben von unten vermöge angelegter Gewölbe gelangen kann; in der Oeffnung der Tiegel ist ein nach unten konisch verjüngtes Rohr von Eisenblech, k, befestigt, an welches, wenn die Destillation anhebt, ein langes Blechrohr angeschoben wird, in welchem sich die Zinkdämpfe zu Tropfen condensiren und in ein untergesetztes Gefäß mit Wasser, e, fallen. Das Besetzen der Tiegel geschieht von oben, durch eine im Tiegel befindliche Oeffnung, welche so lange beim Anfeuern offen bleibt, bis eine bläuliche Farbe der Flamme eine Verflüchtigung von reducirtem Zink anzeigt, darauf wird die Oeffnung mit einer Platte von feuerfestem Thon, m, verschlossen. Die eisernen Röhren versetzen sich nicht selten durch das erstarrende

Metall, sie müssen daher von Zeit zu Zeit mit einem glühenden Eisen geräumt werden. Das gesammelte Werkzink wird dann in eisernen Kesseln umgeschmolzen, wobei man die Oberfläche des schmelzenden Metalls mit Kohlenstaub bedeckt, das als Nebenprodukt gewonnene Oxyd wird zur wiederholten Reduction bestimmt und das Metall in Eingüsse ausgegossen. Ist die Destillation beendet, so wird die Röhre vom Tiegelboden abgenommen, die Kohle durchgestoßen und der sämmtliche Inhalt des Tiegels entleert. Im Durchschnitt hält ein Tiegel 4 Monate aus. Die Zinkgewinnung beträgt 40, 33⅓ bis 25 Procent des Galmeis.

b, α) Destillation in senkrechten Röhren, wie es in Kärnthen üblich war und im Banat zu Dognaska betrieben wurde. Diese Einrichtungen hatten die Zinkhütten zu Döllach bei Greifenburg, zu Großkirchheim und Lainach, in welchen man den Galmei von Raibel und Bleiberg zu gute machte. Es waren in 4 an einander gebauten Flammenöfen senkrechte irdne Röhren in 10 Reihen, jede zu 16 Stück, aufgestellt, welche mit der engern Endigung durch die Heerdsohle hindurch nach einem unter dieser befindlichen Gewölbe reichten, in welchem die Zinkbehälter aufgestellt waren. Damit die Beschickung dieser Röhren nicht unten durchfallen konnte, wurden in die letzteren eiserne Kränze eingelegt, die in der Höhe der Heerdsohle lagen; auf diese trug man das Gemeng von Galmei und Kohlen ein. (Man setzte auch wohl noch Salz hinzu, auch besprengte man das Gemeng vorher mit Pottaschenauflösung!) Jeder Ofen war auf 160 Röhren eingerichtet, es wurden aber nicht so viele in Thätigkeit gesetzt, indem man gleichzeitig neu angefertigte Röhren brannte und leer einsetzte; jede Röhre faßte 20 bis 21 Pfd. der Beschickung. Man brachte von 2340 Pfd. Galmei gegen 800 Pfd. Werkzink aus, welcher umgeschmol-

zen gegen 700 Pfd. (?) Kaufzink lieferte. Dieses Verfahren erforderte viele Röhren, denn sie zersprangen leicht, man feuerte mit Holz, welche Umstände zusammengenommen das Ausbringen sehr vertheuerten.

b, β) Man bedient sich zu Lüttich, wo man den Galmei vom Altenberg bei Aachen auf Zink benutzt, eines Reductionsofens mit horizontalen irdnen Röhren, wie sie später auch zu Stollberg bei Aachen, zu Iserlohn in Westphalen eingeführt worden sind. Der gebrannte Galmei wird fein gemahlen, mit haselnußgroßen Koaks (in Stollberg Holzkohlen) zu $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ seines Volums beschickt.

Der Zinkbrennofen, Taf. **IX.** Fig. 7 in der Vorderansicht, Fig. 8 im senkrechten Durchschnitt durch die Mitte dargestellt, ist von der Hüttensohle bis zum Schornstein 9 Fuß hoch, im Lichten etwas über 3 Fuß tief und reichlich 4 Fuß breit, die Höhe des Schornsteins 18 bis 20 Fuß. **a** der Aschenfall, **b** der Rost, **c** der Heizraum, **d** der Heerd, **e, e** der Arbeitsraum, **f** das obere Gewölbe, welches den Arbeitsraum schließt, **f'** zweites Gewölbe, welches die Klappe des Ofens bildet, **g** der Schornstein, **h** Brandmauer, welche sich an eine schmale Seitenwand des Hüttengebäudes anlehnt. Der Feuerheerd, Heizraum, Aschenfall liegen unter der Hüttensohle, so daß die obere Fläche des erstern in gleicher Ebene mit der letztern sich befindet. Durch den gewölbten Heerd zieht das Feuer nach dem Feuerraum durch 10 Füchse **i, i,** zu 2 in einer Linie; zwischen diesen 5 Paar Zugöffnungen in der Sohle des Heerdes liegen die untersten Röhren **k**, die auf dem Heerd unmittelbar ruhen; die zweite, dritte Reihe der Röhren **k, k** liegen über der unteren in einer parallelen Lage, um einige Zoll von einander abstehend; in der sechsten Reihe liegen nur 2 Röhren, so daß im Ganzen 22 Röhren in einer Feuerung sich befinden. Sie ruhen vorn und

hinten auf feuerfesten Ziegeln auf, welche mit den verticalen Scheidewänden vorn ein Fachwerk bilden, l, l, l. Die Röhren sind 3 Fuß lang, 4 bis 5 Zoll im Lichten weit, $\frac{5}{4}$ Zoll stark, sie werden aus feuerfestem Thon und gebranntem Thoncäment gefertigt, auf einer Scheibe aufgedreht und in einer Schablone ausgeformt; sie fassen 40 Pfund der Beschickung. Das Feuer, welches durch die Füchse i, i in den Arbeitsraum gelangt, umspühlt die Röhren und zieht durch die Oeffnungen m, m, m in beiden Gewölben des Ofens nach dem Schornstein; zur Beförderung des Zugs ist bei n eine Oeffnung in der Vorderwand zwischen den beiden Gewölben angebracht, durch welche der äußern Luft der Eintritt gestattet wird.

Die beiden schmalen Seitenmauern o, o des Ofens stehen einen Fuß weit vor dem Fachwerk hervor und zwar deshalb, um in 10 zu beiden Seiten angebrachte Haken p, p, 5 eiserne Schienen q, q horizontal über einander einlegen zu können, auf welchen die eisernen Vorlagen r, r mit ihren vorderen Enden ruhen. Diese sind $1\frac{1}{2}$ Fuß lange konische Röhren von Gußeisen, hinten $\frac{1}{2}$, vorn höchstens 1 Zoll weit; sie werden, nachdem die Röhren gefüllt worden, an dieselben so angelegt, daß die Vorlagen sehr wenig nach hinten geneigt sind, damit der flüssige Zink nicht auslaufe, der Zwischenraum wird mit Lehm verstrichen; sie dauern nur etwa 3 Wochen bei täglichem Gebrauch aus. Man verlängert auch mitunter die Vorlagen durch aufgesteckte Blechröhren mit sehr engen vordern Mündungen, um den Zinkverbrand zu vermindern. Ist der Ofen im Gang, so brennt zu allen Mündungen der Vorlagen ein bläuliches Flämmchen heraus; alle 2 Stunden zieht man mit eisernen Kratzen das flüssige Metall in einen untergehaltenen Löffel; in 12 Stunden ist die Ladung abdestillirt, die Röhren werden geräumt, neu gela-

den, die Vorlagen wieder angelegt und so fortgefahren. Man erhält in 12 Stunden 100 Pfd. Werkzink, der in gußeisernen Kesseln verschmolzen, in Formen gegossen, als Kaufzink in den Handel kommt; Abgang beim Umschmelzen 10 Procent.

c) Beschreibung der in Oberschlesien, Polen, Krakau, Gallicien üblichen Zink-Destillation in Muffelöfen.

Auf Taf. IX. sind in den Figuren 9 bis 14 und auf Taf. X. in den Figuren 1 bis 6 die in Oberschlesien gebräuchlichen Oefen zum Calciniren des Galmeis, zum Zinkdestilliren, Abwärmöfen für die Muffeln, nebst den einzelnen Theilen derselben dargestellt. Die Muffeln werden aus feuerfestem Thon mit einem Zusatz von gebrannten Muffelscherben (Charmotte) dargestellt. Sind die Muffeln gehörig lufttrocken, so werden sie in einem eigenen Abwärmofen, Taf. X. Fig. 2 im Längendurchschnitt, Fig. 3 im Grundriß, getrocknet und gebrannt. Dieser Ofen hat keinen Rost, sondern es brennen die Steinkohlen auf einem durch die Feuerbrücke a abgegränzten Theil der Heerdsohle, um eine heftige Gluth zu vermeiden; durch 3 Oeffnungen b, b, b wird Luft zugeführt und die Flamme und der Rauch durch zwei enge Kanäle c, c nach dem Schornstein d geleitet. Man stellt die Muffeln durch die Einsatzthür e auf den Heerd dieses Ofens in 1½ bis 2 Zoll Abstand von einander auf Unterlagen von Ziegelsteinen auf, damit die Flamme sie allenthalben umspühlen kann. Das Anfeuern dauert 6 bis 7 Tage und nur sehr langsam läßt man die Hitze bis zur Weißgluth steigen. Dieselben werden dann glühend aus dem Ofen genommen und in den Zinkofen eingesetzt. Die Hälse der Muffeln, Fig. 11 und 12 Taf. IX. nach einem doppelten Maßstab besonders gezeichnet, welche weniger Hitze zu ertragen haben, werden aus gewöhnlichem Töpferthon

gefertigt mit Zusatz von zerstoßnen gebrannten Scherben, auf 2 Theile des ersteren 1 Theil der letzteren; die Anfertigung geschieht gleichfalls über einer hölzernen Chablone. Die vordere Oeffnung a Fig. 11 und 12 Taf. IX. wird erst, nachdem die Masse etwas hart geworden ist, eingeschnitten; sie dient theils, den Hals zu reinigen, wenn sich Zink in ihm festsetzen sollte, theils auch zum Eintragen neuer Besetzungen.

Die in Oberschlesien gebräuchlichen Oefen zur Zinkdestillation sind Doppelöfen, jeder zu 10 Muffeln eingerichtet, von denen die Hälfte nach der einen, die andere nach der andern Seite ausmünden; sie stoßen mit ihrer gemeinschaftlichen Rückwand an einander und sind mit einander verbunden. Hier ist nur ein einfacher gezeichnet. Taf. IX. Fig. 9 A zeigt einen Längendurchschnitt des Ofens durch die Mitte; Fig. 9 B eine Längenansicht; Fig. 10 den Grundriß und zwar A mit den Muffeln, B ohne dieselben; C Grundriß unter der Heerdsohle c d Fig. 9 wegen der Vorlagen p; D Grundriß über der Heerdsohle c d Fig. 9 auf welcher die Muffeln lagern, (Fig. 9 und Fig. 1 Taf. X.); E Grundriß nach der Linie a b Fig. 1. In allen Figuren bezeichnen gleiche Buchstaben gleiche Gegenstände. Der Ofen ist viereckig, mit einen Tonnengewölbe überspannt, welches aus feuerfestem Thon mit Sand gemengt über Rüstbogen geschlagen wird; auf jeder Längenseite schließen sich 5 kleine, neben einander liegende, durch schmale Pfeiler e, e e getrennte, Gewölbe f, f, f, aus gleichem Material angefertigt, an das Hauptgewölbe an, durch welche die Muffeln g, g auf den Heerd h, h gebracht werden. Die 4 äußeren Muffeln an jeder Ecke des Ofens g' sind länger und das Gewölbe f' etwas größer. α der Muffelhals, β der Vorstoß (siehe Fig. 11, 12, 13 Taf. IX.), r die Vorsetzplatte (siehe Fig. 14). i, i sind

Abzüge für die Flamme im Gewölbe, **k, k** desgleichen, welche in der Vorder- und Hintermauer aufsteigen, um die Cirkulation des Feuers vorn und hinten gleichmäßig zu bewirken. Die Räume l, l unter dem Heerd werden mit schlechten Wärmeleitern, Asche u. s. w. ausgefüllt; m, m die Rostbalken, auf welchen die Roststäbe n ruhen; o der tiefe Aschenfall, um einen starken Zug zu erzeugen. Zum Anfeuern dienen Steinkohlen.

Fig. 11 Taf. IX. Längendurchschnitt eines Muffelhalses, Fig. 12 Vorderansicht desselben, a vierekkige Oeffnung im Vordertheil, um mit einer Schaufel die Ladung eintragen zu können. Fig. 13 Längendurchschnitt des Vorstoßes β, welcher durch eine quadratische Oeffnung in der Heerdsohle q hindurchgeht und die Zinkdämpfe und Tropfen nach der Vorlage p leitet. Fig. 14 Vorderansicht der Vorsetzplatte r, mit welcher jede Muffel nach vorn geschlossen wird; sie hat 2 Ausschnitte, der obere s nimmt den Hals der Muffel auf, der untere t wird zum Reinigen derselben benutzt und ist während der Destillation durch eine Thonplatte verschlossen, s. Fig. 1 Taf. X. Fig. 11 bis 14 einschließlich sind nach einem doppelten Maßstab gezeichnet. Taf. X. Fig. 4 bis 6 stellen den Ofen zum Umschmelzen des Werkzinks dar und zwar Fig. 4 die Vorderansicht, 5 einen Querdurchschnitt, 6 eine Ansicht von oben. a Heizthür, b Rost, c Feuerbrücke, d Fuchs, e Schornstein, f, f, f Schmelzkessel aus Gußeisen.

Sobald die neuen Muffeln aus dem Anwärmofen glühend in den Zinkofen gebracht worden sind, werden sie erst ohne Beschickung der stärksten Hitze ausgesetzt, dann durch die untere Oeffnung t in der Vorsetzplatte r mit $\frac{1}{2}$ Centner gerösteten Galmei und dem Volum nach eben so viel Cinders (kleine durch den Rost gefallne Koaks, $\frac{1}{4}$ Centner an Gewicht) und

einigen Pfund Zinkoxyd und Schlacken vom Umschmelzen, welche vorher unter einander gemengt werden, beschickt; der Hals an die obere Oeffnung s angesetzt, die untere t geschlossen und alle Fugen mit Thon verstrichen. So wie nun die Hitze steigt, erfolgt die Reduction des Zinkoxyds, das Metall geht in Dampfform durch den Hals, wird hier tropfbar flüssig und fällt durch die untere Oeffnung desselben durch den Vorstoß β in die Vorlage p. Es ist nicht zu vermeiden, daß ein Theil des Zinks bei dem Zutritt der Luft verbrennt, daher denn auch weißes Zinkoxyd sich mit in dem Zinkbehälter ansammelt und in den Hälsen absetzt, auch fliegt in dem Hüttengebäude lockeres Zinkoxyd umher; man rechnet, daß 2 bis 4 Procent Zink zu Oxyd verbrennen. Nach 24 Stunden ist die erste Post abgetrieben und man trägt eine zweite durch die vordere Oeffnung a in den Hälsen mittelst eigens geformter schmaler Schaufeln ein, ohne die Rückstände vorher auszuziehen. Ist auch die zweite abgetrieben, so wird der Rückstand durch die untere Oeffnung t in der Vorsetzplatte r der Muffel ausgezogen, der Hals abgenommen und wenn es nöthig, mit einem neuen vertauscht, dann von neuem beschickt. Ist der Galmei kadmiumhaltig, so sind die ersten Portionen des übergehenden Metalls sehr reich an Kadmium, so wie auch dann zuerst braunes Kadmiumoxyd in dem Behälter sich ansetzt, denn Kadmium ist flüchtiger als Zink. Man hat daher seit einigen Jahren in Schlesien das Kadmiumoxyd enthaltende Zinkoxyd besonders aufgefangen und auf Kadmium benutzt; siehe beim Kadmium. — Die Ausbeute an Zink ist natürlich sehr relativ, zwischen 49 und 31, 6 Procent des gerösteten Galmeis, im Durchschnitt rechnet man 40 Procent; auf 1 Centner metallisches Zink gehen 4 Tonnen Steinkohlen

auf, auf 100 Centner 3, 3 Muffeln, welche verloren gehen.

Das Werkzink (Tropfzink, weil es aus einzelnen an einander gefügten Tropfen besteht) wird in gußeisernen Kesseln f, Fig. 5 und 6 Taf. X., welche 10 Centner fassen, umgeschmolzen, um es als Kaufzink in den Handel zu bringen oder zu Zinkblech auszuwalzen. Bei dem Umschmelzen ist es nothwendig, jede Steigerung der Temperatur zu vermeiden, weshalb man, wenn das Metall eingeschmolzen ist, neue Portionen hinzubringt, um die Masse abzukühlen (daß beim freien Zutritt der Luft Abbrand durch Bildung von Oxyd stattfindet, leuchtet ein). Man läßt das Zink in gußeiserne Eingüsse laufen und erhält zolldicke Platten. Die eisernen Kessel, in welchen das Umschmelzen geschieht, werden dabei stark angegriffen, indem sich Eisen mit Zink legirt und in Schuppen vom Boden der Kessel ablöst; man kann die Masse auf Zink benutzen, aber das Zink wird auch eisenhaltig. Man hat daher vorgeschlagen, die innere Fläche derselben mit Lehm und Thon zu überziehen. Soll das Zink gewalzt werden, so ist es gut, wenn das Metall bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen und in vorgewärmte Eingüsse geleitet wird.

Man gewinnt in Oberschlesien und an einigen anderen Orten auch aus dem zinkischen Ofenbruch, dort Schwamm genannt, welches sich in den Schächten der Eisenhohöfen um die Gicht herum ansetzt und von Zeit zu Zeit ausgebrochen wird, Zink, welches etwas mehr Blei enthält, als das aus dem Galmei und aus ihm stellte man auch zuerst Zink, früher als aus Galmei dar.

2) Es wird aus der Zinkblende, dem Schwefelzink, Zink ausgebracht. In England wird die Zinkblende nach dem Pochen und Waschen auf dem

Heerd eines Flammenofens geröstet und dabei immerfort umgewendet. Man verbraucht hierzu den vierfachen Betrag an Steinkohlen, der Gewichtsverlust beträgt 20 Procent, das Rösten dauert 10 bis 12 Stunden. Beim Zinkschmelzen mengt man ½ geröstete Blende, ½ gerösteten Galmei und 1 Theil Kohlen dem Raum nach. Das Ausbringen beträgt meistens 30 Procent. In der neuesten Zeit ist die Gewinnung von Zink aus Blende besonders im Canton Graubünden zu Kloster und Ballolina betrieben worden (aus der Blende von Davos). Dieselbe wird zweimal geröstet, der Schliech mit ¼ Volum gelöschtem Kalk zusammengeknetet, Ziegel daraus gestrichen, welche zu 10,000 in eigenen Röstöfen eingesetzt werden, der viel Aehnlichkeit mit einem Ziegel- oder Töpferofen hat; das Anfeuern geschieht mit Holz, man verbraucht für den Kubikmeter der Ziegel 1,5 Kubikmeter Holz. Die zweite Röstung wird auf der Zinkhütte zu Kloster veranstaltet; hierzu sind 4 Flammenöfen bestimmt, welche an den vier Ecken eines großen Zinkreductionsofen (nach schlesischer Art auf Muffeln eingerichtet) angebaut sind, damit das Feuer derselben noch für letzteren genutzt werde. Auf jedem Flammenheerd werden ungefähr 7 Centner einmal geröstetes Erz ausgebreitet, fleißig umgewendet und von Zeit zu Zeit Kohlenlösche hinzugesetzt; in 24 Stunden ist das zweite Rösten vollendet, der Gewichtsverlust beträgt 20 Procent; die geröstete Masse enthält 38 Procent Zinkoxyd, 2,4 schwefelsaures Zinkoxyd, 1,0 Schwefelzink und 47,5 schwefelsauren, äzzenden Kalk. Der Zinkreductionsofen besteht aus zwei an einander gebauten Doppelöfen nach schlesischer Construction; man reducirt binnen 24 Stunden 12 Centner geröstete Blende, so viel als 2 Oefen täglich rösten können; die Besetzung einer jeden Muffel beträgt ¼ Centner, welche binnen 12 Stun-

den abgetrieben; nach 16maligem Laden werden die Muffeln ausgeräumt. Die Dauer derselben ist durchschnittlich ein Monat. Zum Darren des Holzes sind 8 Darröfen angelegt. Man gewinnt von 300 Pfd. gerösteter Blende durch eine Destillation aus 12 Muffeln 130 bis 140 Pfund Werkzink oder 43 bis 46 Procent, die Rückstände enthalten noch 5,4 Procent Zink. Zu einer solchen Destillation werden 25 Kubikmeter gedarrtes Holz verbrannt.

Endlich gewinnt man auch auf dem Unterharz bei Goßlar zu Oker Zink, als Nebenprodukt beim Ausschmelzen zinkischer Blei-, Silber- und Kupfererze; man verschmelzt dort die Erze des Rammelsbergs, welche bald mehr bald minder braune Blende eingesprengt enthalten. Die dortigen Bleischachtöfen haben eine zu diesem Zweck besonders getroffene Einrichtung, einen sogenannten Zinkstuhl. Da nämlich das in Blei- und Kupfererzen enthaltene Zink sich verflüchtigt, so hat man an der Vorderwand des Schachts einen Schieferstein angebracht, welcher fast horizontal gelagert ungefähr $\frac{5}{4}$ Fuß weit in den Schacht hineinreicht und nach einem in der Vorderwand angelegten schräg abfallenden Kanal den Zugang möglich macht. Man gibt nun an der Vorderwand Kohlenlösche auf, dieses bildet über dem vorragenden Stein eine Säule von Kohlenklein, welche Zinkdämpfe aufnimmt, die sich in derselben niederschlagen. Von Zeit zu Zeit wird der Kanal in der Vorderwand geöffnet und das angesammelte Zink abgestochen. Aber bei weitem die größere Menge Zink verbrennt und setzt sich als Ofenbruch an den Schachtwänden oben an der Gicht an und würde den Schacht unfehlbar verstopfen, wenn nicht derselbe von Zeit zu Zeit entfernt würde. Man gewinnt zu Oker nach jedem Schmelzen von 12 Tagen 2 Centner Ofenbruch, mehr von Bleierzen, als von Kupfererzen, bei deren Ausschmel-

zen man mehr metallisches Zink erhält. Dieser Ofenbruch wurde zeither auf Messing benutzt (siehe bei diesem), allein jetzt nicht mehr.

Das Kaufzink kommt theils in zolldicken Platten in den Handel, theils wird auch viel Zink zu verschieden starkem Blech ausgewalzt. Zu diesem Ende wird das Zink theils nochmals umgeschmolzen, theils auch nicht, je nach der Beschaffenheit desselben, welche weniger von der Qualität der Erze, als von der Behandlung des Zinks beim Schmelzen abzuhängen scheint. Die Zinkplatten werden in Anwärmöfen von ähnlicher Construction als die für Eisenblech, jedoch so, daß nur eine gelinde Hitze hervorgebracht wird, auf einen gehörigen Grad erhitzt: der Arbeiter probt die Erwärmung empirisch dadurch, daß er auf die heißen Platten spuckt, wenn der Speichel in Kügelchen längst der Oberfläche sich bewegt und verdampft, so sind sie gehörig warm; eine andere Probe ist die, daß der Arbeiter mit flacher Hand darauf schlägt. Auch die Walzen des Walzwerks müssen eine Temperatur von 100 Grad haben, welche sie nach und nach erhalten, wenn man starke Platten auf ihnen walzt. In 12 Stunden walzt man 12 bis 14 Centner große Platten, 6 Fuß lang, 2 Fuß breit, von denen 10 bis 11 einen Centner wiegen, dagegen 24 bis 25 Centner Platten von 3 Fuß Länge, 2 Fuß Breite, von denen 14 bis 15 auf einen Centner gehen; 1 Scheffel Steinkohlen wird auf jeden Centner Zinkblech zum Anwärmen und Umschmelzen gerechnet; nach dem Walzen werden die Bleche nochmals in den Anwärmofen gebracht. In den Niederlanden bedient man sich zum Anwärmen des Zinks, um eine stets gleichmäßige Temperatur zu bedingen, der Salzauflösungen, die man in Pfannen kochend macht, in welche die Platten gelegt werden.

Zink läßt sich auch zu Drath ziehen, dazu gehört aber ein sehr geschmeidiges Metall; man hat ziemlich feine Nummern gezogen, so fein wie der dünnste Zwirn; Zinkdrath findet jedoch keine Anwendung. Zinknägel fertigt man auf dem Kupferhammer zu Neustadt Eberswalde, in Lüttich und an andern Orten. Zu dem Ende wird Zinkblech in lange Streifen geschnitten, erwärmt, durchs Schmieden zugespitzt, nach der Länge der Nägel abgehauen und an die so erhaltnen Stifte in einem Gesenk, wie bei dem Nagelschmieden, auf einem Ambos die Köpfe angeschmiedet. Man hat Zinknägel zum Befestigen von Zinkblech bei Bedachung angewendet, weil dieselben keine electrische Erregung, im Vergleich mit eisernen oder kupfernen Nägeln, bedingen.

Gebrauch des Zinks. Theils wird Zink zur Fabrikation des Messings und der Bronze (wovon später beim Kupfer das Nähere), theils als Blech zum Dachdecken, zu verschiedenen Gefäßen, jedoch nur nicht zu solchen, in denen Wasser zum Trinken aufbewahrt wird, ferner zu Rinnen und Wasserröhren, zur Zinkdruckerei, zu Platten für Voltaische Säulen, zur Entwickelung von Wasserstoffgas, zur Bereitung von reinem Zinkvitriol, in der Feuerwerkerei u. s. w. angewendet. — Es muß noch erwähnt werden, daß Zink, wenn es mit Metallen, die eine hohe Schmelzhitze haben, legirt werden soll, theils, bevor jene schmelzen, sich zum Theil verflüchtigt, theils, wenn es in jene nach deren Schmelzen eingetragen wird, leicht Explosionen verursacht.

Drittes Kapitel.

Vom Wismuth.

Eigenschaften. Farbe silberweiß mit einem Stich in's Röthliche, mittelmäßig metallglänzend; specifisches Gewicht = 9, 6 — 9, 8; spröde; Schmelzpunkt = 198° R. = 246° C. In der Weißglühhitze siedend.

Beim Siedepunkt verbindet sich das Wismuth, mit schwach blaulichweißer Flamme brennend, rasch mit dem Sauerstoff. Das Wismuthoxyd besteht aus 89, 87 Procent Wismuth und 10, 13 Sauerstoff. An der Luft und bis zum Schmelzen erhitzt, überzieht sich das Wismuth mit einer grauen Haut, welche bei fortgesetztem Glühen sich in Wismuthoxyd umwandelt, und daher ein Gemenge aus diesem mit feinzertheiltem metallischen Wismuth zu sein scheint.

Mit Chlor vereinigt es sich schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Verbreitung eines blaßblauen Lichtes. Das Chlorwismuth besteht aus 66, 73 Procent Wismuth und 33, 27 Chlor. Mit Brom und Jod verbindet es sich nur unter Mitwirkung von Wärme. Fluorwismuth bildet sich durch Doppelzersetzung beim Behandeln des Wismuthoxyds mit Fluorwasserstoffsäure. Die schwefelartigen Metalloide vereinigen sich mit demselben unmittelbar beim Erwärmen.

Mit den Metallen geht das Wismuth vielfache und ein besonderes Interesse bietende Legirungen ein; in festen Verhältnissen scheint es sich mit denselben nicht zu verbinden.

Die Salpetersäure wird vom Wismuth zersetzt, indem sich salpetersaures Wismuthoxyd bildet und Stickstoffgas frei wird. Das Wasser wird von ihm

bei keiner Temperatur zerlegt. Nur einige Wasserstoffsäuren zersetzen sich in Berührung mit Wismuth.

Vorkommen. Das Wismuth kommt nicht häufig vor; meist findet es sich metallisch im gediegen Wismuth, dann aber auch als Schwefelwismuth im Wismuthglanz; als Tellurwismuth in Verbindung mit Schwefelwismuth im Tellurwismuth u. s. w.

Die Darstellung des Wismuths ist in einem ziemlich beschränkten Maßstab ein Gegenstand des hüttenmännischen Ausbringens im sächsischen Erzgebirge, namentlich bei Schneeberg, wo eine Wismuthsaigerhütte errichtet ist. Das gediegene Wismuth kommt dort dem Speißkobalt beigemengt vor, im Centner 4 bis 10 Pfund, im Durchschnitt 7 Pfd. und wird in einem eigens dazu construirten Saigerofen abgesaigert, was die am wenigsten Brennmaterial raubende und den geringsten Verlust an leicht oxydirbarem Wismuth bedingende Methode ist. Früher gewann man das Metall als Nebenprodukt beim Rösten der Kobalterze in Körnern in der Asche, woher der alte Name Aschblei, oder durchs Absaigern auf gewöhnlichen Saigerheerden, denen für silberhaltiges Kupfer sehr ähnlich, wobei auch schon im Vergleich mit ersterem Verfahren Brennmaterial gespart wurde. Auch aus der Kobaltspeise, welche bei der Darstellung der Smalte abfällt, kann, wenn die Kobalterze nicht vorher auf Wismuth benutzt wurden, letzteres abgesaigert werden.

Beschreibung des Schneeberger Saigerofens auf Taf. X. Fig. 7 obere Ansicht, Fig. 8 Vorderansicht, Fig. 9 Querdurchschnitt nach der punktirten Linie **A B** in Fig. 7; a der Aschenfall, b der Feuerraum, c die Saigerröhren, d der gemauerte Rost, auf welchem das Brennmaterial durch die Ofenthüren e, e eingetragen wird. Die vordere tiefer liegende Oeff-

nung der Saigerröhren ist mit einer Thonplatte f, welche unten einen kleinen kreisförmigen Ausschnitt hat, durch welchen das Wismuth abfließt, versetzt. g eine von der Hüttensohle bis nahe an die vordern Oeffnungen der Saigerröhren aufgeführte Mauer, welche so viele Feuerlöcher h enthält, als der Ofen Röhren hat; i eiserne Pfannen, welche das abfließende Metall aufnehmen, k ein hölzerner Wassertrog, in welchem die Wismuthgraupen abgelöscht werden. l die hintern, höher liegenden Oeffnungen der Saigerröhren, welche nur mit einem Blechdeckel verschlossen sind. Die aus den hintern Oeffnungen herausgezogenen Wismuthgraupen fallen über die schiefe Fläche m herunter in den Wassertrog. n, n Zuglöcher im Gewölbe zwischen je zwei Röhren, welche dazu dienen, die Hitze nach Belieben verstärken oder vermindern zu können.

Die abzusaigernden Erze werden von der Bergart durch Handscheidung möglichst geschieden, in Stückchen bis zur Größe einer Haselnuß angeliefert und in die rothglühenden Röhren eingetragen. Die Ladung beträgt etwa ½ Centner, so daß das Rohr bis zur Hälfte der Höhe und zu ¾ der Länge gefüllt wird. Darauf wird das Vorhängeblech vorgesetzt und stark geschürt, so daß schon nach 10 Minuten das Absaigern des Wismuths anfängt und letzteres durch die Oeffnung in der Thonplatte in die heißen Pfannen abläuft, in denen sich etwas Kohlenstaub befindet. Läuft es langsamer, so wird das Erz in den Röhren gewendet, was einige Mal wiederholt wird, bis nach einer halben Stunde das Saigern vollendet ist. Der Rückstand, Wismuthgraupen, wird mit einer eisernen Kratze herausgezogen, fällt in den Wassertrog, die Röhre wird von Neuem besetzt, die Pfannen aber, wenn sie fast voll geworden, ausgeschöpft und das Metall in eine eiserne Pfanne gegossen, in

welcher es zu Stücken von 25 bis 50 Pfd. erkaltet. In 8 Stunden werden 20 Centner Erz abgesaigert, wobei 63 Leipziger Kubikfuß Holz aufgehen.

Das im Großen durchs Absaigern dargestellte Wismuth enthält kleine Mengen Arsenik, Eisen, auch wohl noch andere Metalle, von denen es dadurch gereinigt werden kann, daß man es in Salpetersäure auflöst, durch Wasser niederschlägt und das basisch salpetersaure Oxyd durch schwarzen Fluß reducirt.

Anwendung. Das Wismuth wird meist zu Legirungen verwendet, besonders mit Zinn und Blei, mit welchen Metallen es Mischungen darstellt, die schon bei der Kochhitze des Wassers schmelzen. Dahin gehört die Rose'sche leichtflüssige Legirung aus 2 Wismuth, 1 Blei und 1 Zinn; die von Newton und d'Arcet aus 8 Wismuth, 5 Blei und 3 Zinn; die von Lichtenberg aus 5 Wismuth, 2 Blei und 3 Zinn. Durch Zusatz von $\frac{1}{10}$ Quecksilber schmelzen diese Legirungen noch weit leichter. Ein Gemisch aus 1 Wismuth und 2 Zinn schmilzt bei 133° und ein Gemisch aus 7 Wismuth mit 6 Zinn bei 108° u. s. w. Es sind diese Legirungen ziemlich hart und spröde. Man gebraucht dieselben zum Abklatschen (Clichiren) von Stempeln, Holzschnitten, Druckformen für Kattundrucker, um Stereotypen darzustellen u. s. w. Ferner zu Sicherheitsvorrichtungen an Dampfmaschinen-Kesseln, indem man aus Legirungen von einem bestimmten Schmelzpunkt Platten gießt, womit man ein Rohr, welches über einer runden Oeffnung am Obertheil des Dampfkessels aufgeschraubt wird, verlöthet. Sobald der Dampf die Temperatur derjenigen Spannung, welche das Maximum sein soll, überschreitet, schmilzt die Platte und die Dämpfe können jetzt durch das Rohr entweichen u. s. w. D'Arcet hat folgende Tabelle über das Gemisch aus

Wismuth, Blei und Zinn aufgestellt; nach ihm schmelzen nämlich:

Gemische aus			Bei Graden nach Reaumur	Gemische aus			Bei Graden nach Reaumur
Wismuth	Blei	Zinn.		Wismuth	Blei	Zinn.	
8	6	3	78	8	22	24	123
8	8	3	86	8	18	24	124
8	8	4	91	8	16	24	126
8	8	6	94	8	26	24	128
8	8	8	97	8	32	40	130
8	10	8	104	8	32	30	131½
8	12	8	106	8	32	28	133
8	16	8	119	8	30	24	137½
8	16	10	121	8	32	26	140
8	24	24	122½	8	32	24	142

Viertes Kapitel.

Vom Spießglanz oder Antimon.

Eigenschaften. Farbe zinnweiß; spec. Gewicht = 6, 6 bis 6, 7; sehr spröde. Schmelzpunkt = 410° R. Erst in sehr hoher Temperatur verdampfend. Bei der Temperatur seines Siedepunktes verbindet sich das Spießglanz mit dem Sauerstoff, von welchem es 15,69 Procent aufnimmt und das eigentliche Antimonoxyd bildet. Salpetersaures Antimonoxyd hinterläßt beim Glühen eine andere Oxydationsstufe, welche 19,88 Procent Sauerstoff enthält. Wird diese Verbindung, oder auch selbst das Antimonoxyd, mit Salpetersäure, erhitzt oder Antimon im Gemenge mit Salpeter verpufft, so entsteht eine Verbindung dieses Metalles mit 23,67 Procent

Sauerstoff. Diese beiden, auf mittelbarem Wege darstellbaren Oxyde zeigen Eigenschaften der Säuren, weshalb ersteres antimonige Säure und letzteres Antimonsäure genannt wird. — Mit Chlor, Brom und Jod verbindet sich das Spießglanz leicht; eben so leicht beim Erhitzen unter schwacher Feuerentwickelung mit 27,2 Procent Schwefel und auch mit Selen und Phosphor. — Mit vielen Metallen geht das Antimon Legirungen ein und mit einigen, wie z. B. mit dem Silber, vereinigt es sich in festen Verhältnissen.

Vorkommen. Das Metall findet sich vorzüglich als Schwefelantimon im Grauspießglanz, welches das wichtigste Erz ist, dann auch, wiewohl selten, als reines Antimon im Gediegen Spießglanz, als Antimonsilber im Rothspießglanzerz u. s. w.

Ausbringen des Schwefelspießglanzes aus dem Grauspießglanzerz. — Die älteste Methode, aus dem Grauspießglanzerz das Schwefelspießglanz oder, wie es im Handel heißt, Rohes Spießglanz (Antimonium crudum) zu gewinnen, ist ganz einfach und wird in Ungarn ausgeübt. Sie besteht darin, daß man in einen geräumigen Topf, welcher im Boden durchlöchert ist, die Erzstücke schüttet, denselben auf einen zweiten kleinern stellt, so daß er in die Mündung genau einpaßt und etwas hineinragt. Letzterer wird in die Erde hineingesetzt, ersterer mit einem gut schließenden Deckel bedeckt, durch umgelegtes Feuer erhitzt, wodurch das Schwefelspießglanz absaigert und im untern Topf einen Saigerkuchen bildet, während im obern Gefäß die Gangart mit wenig Schwefelspießglanz zurückbleibt. Man kann solcher Saigergefäße mehrere auf einmal in einem dazu vorgerichteten Flammen- oder Reverberirofen erhitzen; solche Oefen sind von mehreren älteren

Metallurgen angegeben worden. Man findet sie z. B. zu Anglebas, zu La-Licouln im Departement der obern Loire ausgeführt, sie fassen 75 Saigergefäße, in Form eines abgestutzten Kegels von 19 pariser Zoll Höhe, oben 11 unten 8 Zoll Weite im Lichten; der Boden hat 5 Löcher von ½ Zoll Durchmesser; die Untergefäße haben eine kuglige Form, sind 9 Zoll hoch, haben im mittlern Durchmesser ihrer größten Weitung 10, oben, wo sie offen, und unten am Boden nur 8 Zoll. Jeder Saigertopf erhält gegen 40 Pfund Erz, ⅓ reiches, ⅓ mit Gangart gemengtes, ⅓ armes Erz, ersteres wird zu unterst, letzteres zu oberst geschüttet. Während der ersten Stunde gibt man gelindes Feuer, um das Zerspringen der Erzstücke zu mäßigen, sodann wird es allmählig bis zur vierten Stunde verstärkt, in den beiden letzten Stunden vermindert man die Hitze wieder, um die Verflüchtigung des Metalls zu vermindern; nach 6½ Stunden ist die Arbeit beendet. Nach 24 bis 30 Stunden sind die Gefäße genug abgekühlt, um aus dem Ofen genommen werden zu können; jeder Topf enthält einen Kuchen, von 20 bis 24 Pfd. am Gewicht, so daß gegen 50 Procent an Schwefelspießglanz aus dem Erz genommen werden; der Holzaufgang beträgt auf 3000 Pfd. Erz 15 bis 16 Kubikfuß Birkenholz, allein die irdenen Gefäße machen wegen ihrer Zerbrechlichkeit eine bedeutende Ausgabe, da sie selten mehr als zwei Saigerungen aushalten, ja oft schon bei der ersten Anwendung zerspringen; man rechnet, daß wenigstens die Hälfte der Töpfe jedesmal verloren geht, wohl selbst ⅔. — Nach andern Mittheilungen bedient man sich der Steinkohlen zum Anfeuern, besetzt jeden Tiegel mit 15 Kilogramme *) und gewinnt an 41 Procent.

*) 10 Kilogr: = 21 Pfund Cölln.

Um diesen beträchtlichen Kostenaufwand zu beseitigen, schlug Lampadius vor, gußeiserne Röhren anzuwenden, welche fast horizontal, wenig nach vorn geneigt, in einen Flammenofen, ähnlich dem Wismuthsaigerofen, gelagert werden könnten. Nach zu Linz am Rhein angestellten Versuchen waren aber gußeiserne Röhren nicht brauchbar, da sie bald durchlöchert wurden und das Schwefelspießglanz fiel nicht strahlig aus, was man im Handel verlangt.

Beschreibung des auf Taf. X. in den Figuren 10 bis 12 dargestellten Spießglanzsaigerofens von Malbosc, im Departement der Ardèche. Fig. 10 Grundriß in der Höhe der Zuglöcher g g nach der punktirten Linie E E Fig. 11; Fig. 11 senkrechter Durchschnitt nach der punktirten Linie A B Fig. 10; Fig. 12 senkrechter Durchschnitt nach der punktirten Linie C. D Fig. 10. In allen Figuren bezeichnen gleiche Buchstaben gleiche Gegenstände. a, b, c 3 Roste in einer gleichen Höhe über der Hüttensohle, 1,35 Mètre *) lang, 0,27 Mètre breit, zwischen diesen sind 2 rechtwinklige, quer durch den ganzen Ofen hindurchgehende Bühnen d, e, deren Sohle 0,3 Mètre über der Hüttensohle liegt. Sie sind durch 2 Mauern von den 3 Feuerplätzen getrennt, die Mauern haben aber je 3 Oeffnungen f, g, h, die abwechselnd angebracht sind, durch welche die Flammen spielen können. Die Enden dieser Bühnen sind mit eisernen Thüren k k verschlossen, die in den Schaulöchern ausgespart sind. In jeder Bühne sind 2 konische Tiegel m, n aus Gußeisen, in welche das absaigernde Schwefelspießglanz tropft. Die Höhe derselben 03,0 bis 0,35 Mètre, die obere Weite 0,25, die untere 0,15, die Stärke 0,01; sie sind mit Lehm beschlagen, damit das Antimon nicht ankleben kann, stehen auf

*) 1 Mètre: = 3 Fuß 2 Zoll 3 Linien Rheinl.

eisernen, mit 4 Rädern versehenen Gestellen, die angegossene Oehsen haben, um sie aus den Bühnen herausziehen zu können. Die beiden Bühnen sind mit feuerfestem Thon p, q bedeckt, die zugleich die Grundlage für die verticalen Cylinder r, s abgeben, welche gleichfalls aus demselben Thon angefertigt sind. Die Platten sind gegen die Mitte etwas gebogen, um das untere Ende der Saigerröhren aufzunehmen und haben bei t ein kleines Loch, durch welches das abgesaigerte Antimon in den Tiegel herabfließt.

Die Saigerröhren sind konisch, der Durchmesser ist oben im Lichten 0,25, unten 0,20, die Länge über 1 Mètre, die Stärke 0,015, sie haben am untern Ausschnitt v von 0,07 bis 0,12 Mètre Höhe, welche nach außen gekehrt sind, so daß man von der vordern und hintern Seite des Ofens zu denselben durch kleine konische Oeffnungen x x in den Wänden gelangen kann. Dieselben sind während der Arbeit mit Thonpfropfen geschlossen und werden nur dann geöffnet, wenn man mit Kratzen die Gangarten und Schlacken herausziehen will. Die Saigerröhren gehen durch das Ofengewölbe y y hindurch, aber so, daß die Aussparungen im Gewölbe weiter sind, als die Röhren, sie sind oben mit Thondeckeln z z geschlossen; l, l der mittelste Theil des Ofengewölbes, unmittelbar über dem mittelsten Rost, tonnenförmig gewölbt, so daß beide Gewölbe zusammen ein Kreuzgewölbe bilden. Nachdem die Flamme die Saigerröhren von allen Seiten umspielt hat, geht sie durch 3 Oeffnungen und Füchse nach dem Schornstein z', der gegen 4 M. hoch ist; o eine Oeffnung, o' die beiden andern, die mit Schiebern versehen werden. An der Vorderseite des Ofens ist ein Rauchfang d' angebracht, um die Spießglanzdämpfe abzuführen, welche sich beim Ausziehen der Gangarten und Schlacken entwickeln; ein anderer c' beginnt über e' e',

wo das Besetzen der Saigeröfen stattfindet; eine Mauer f' theilt den Rauchfang in 2 Hälften, so daß die Arbeiter, die auf der einen Seite arbeiten, nicht durch die Dämpfe der andern Seite leiden. Diese Mauer verbindet zugleich den vordern Rauchfang d' mit dem Schornstein z', g' g' und h' h' eiserne und hölzerne Tragebalken und Schienen zur Befestigung der Rauchfänge. b' b' Gewölbe an beiden Seiten des Ofens, die sich von Außen nach Innen verengen und mit genau passenden Vorsetzplatten a' verschlossen sind. Sie dienen dazu, um in vorkommenden Fällen nachsehen zu können, welcher von beiden Cylindern beschädigt ist, um ihn, wenn es möglich ist, auszubessern.

Jeder Cylinder wird mit ungefähr 500 Pfund Erz (222 Kilogramme) besetzt, welches vorher auf dem Ofengewölbe abgewärmt worden; binnen Kurzem fängt das Schwefelspießglanz an abzufließen und erscheint blau von Farbe; sobald keine Absaigerung mehr stattfindet, werden durch die seitlichen Oeffnungen v v die Schlacken entfernt und von oben eine neue Ladung aufgegeben. Die mit Lehm ausgestrichnen eisernen Tiegel läßt man zu $\frac{3}{4}$ voll werden, dann zieht man sie aus der Gasse in den Bühnen, läßt sie erkalten und nimmt die Kuchen heraus, die ungefähr 40 Kilogramme wiegen. Alle 3 Stunden erfolgt das Besetzen, bei gutem Gang des Aussaigerns erhält man an 100 Pfund Schwefelspießglanz in der Stunde; die Cylinder halten durchschnittlich drei Wochen aus, mitunter auch wohl 40 Tage. Die ersten Versuche lieferten etwa 40 Procent an Schwefelspießglanz als Ausbeute, man will aber jetzt schon an 50 Procent ausbringen.

Dieses Schmelzverfahren zeichnet sich durch geringen Verbrauch an Brennmaterial, wohlfeiler Arbeitslöhne, vollständigeres Absaigern aus, so daß in

den Schlacken weniger zurückbleibt, nnd durch geringere Hütten- und Generalkosten.

Statt der Gefäßöfen, der Tiegel, Cylinder, hat man auch Flammenheerde angewendet, so in früherer Zeit zu Ramèe in der Vendèe. Der Flammenofen war rund, hatte ein flaches Gewölbe, eine nach der Mitte geneigte Heerdsohle, aus schwerem Gestübbe geschlagen; das geschmolzene Schwefelmetall floß durch einen Abstich vom tiefsten Punkt des Sumpfs nach einem Stichheerd ab. Täglich fanden 3 Schmelzen statt, im Winter 2, welche 600 Kilogr. an 12 Ctr. Schwefelspießglanz lieferten, an Brennmaterial wurden 34¼ pr. Kubikfuß Reißholz verbraucht. Diese Verfahrungsart erscheint äußerst zweckmäßig, weil man die Arbeit am besten übersehen kann und den Gang in der Gewalt behält; zwar dürfte ziemlich starke Verflüchtigung stattfinden, allein auch bei der Arbeit mit Cylindern sind Verluste durch Verflüchtigung, durchs Zerspringen ꝛc. nicht zu vermeiden, dafür werden alle Kosten für Gefäße erspart. Endlich übertrifft die Produktion auf dem Flammenheerd bei weitem die der Gefäßöfen.

In Deutschland ist ein solches Verfahren in neuester Zeit in Betrieb gekommen und der Apotheker Funck in Linz am Rhein nebst Genossen erhielten 1828 ein Patent auf die Zugutemachung von Spießglanzerz auf Flammenheerden, welches Verfahren, gleich wie das der Darstellung des Metalls aus dem Erz in Flammenöfen, mit dem besten Erfolg auf der Linzer Spießglanzhütte ausgeübt wird.

Darstellung des Spießglanzes aus dem Schwefelspießglanze oder dem Grauspießglanzerz. — Die Gewinnung des Spießglanzmetalls, gewöhnlich nach der alten Benennungsweise Spießglanzkönig genannt, geschah in früheren Zeiten

nur im Kleinen, in Tiegeln; erst später als der Bedarf an diesem Metall bedeutend zunahm, fing man an, wohlfeilere Gewinnungsweisen zu versuchen.

a) Man fertigt spießglanzige Säure durchs Rösten des Schwefelspießglanzes, welches in einem eigens construirten Flammenofen, ähnlich dem Mennigebrennofen, bei niedriger Hitze verrichtet werden kann, während welcher dasselbe fleißig gewendet werden muß; die Hitze darf nicht bis zum Schmelzen steigen, sondern nur so mäßig sein, daß das Schwefelspießglanz nicht einmal weich wird, weil es sonst zusammentrocknen würde. Man erhält etwa 73 Procent geröstetes Produkt, welches mit $\frac{2}{3}$ rohem Weinstein oder mit Kohlenstaub, welcher mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron getränkt worden, gemengt, in irdenen Tiegeln reducirt wird, wobei sich eine flüssige grüne Schlacke bildet; man gewinnt an 60 Theile Metall, folglich 44 bis 45 Procent aus dem Schwefelspießglanz. Mittelst schwarzen Fluß erhält man aus 100 Theilen gerösteten Schwefelspießglanz 77 Theile Metall. Allein alles so erhaltene Spießglanz ist matt, bläulich, zerlegt das Wasser, weil es eine Legirung von Kalium mit Spießglanz enthält, von welcher man es theils durch nochmaliges Schmelzen befreien kann, theils indem man $\frac{1}{10}$ Salpeter allmählig und vorsichtig zum geschmolzenen Metall hinzusetzt, wodurch das Kalium oxydirt wird. — Man empfiehlt auch, Schwefelspießglanz mit $\frac{3}{4}$ Weinstein und $\frac{1}{2}$ Salpeter zusammen zu schmelzen und das erhaltene Metall nochmals mit etwas kohlensaurem Kali zu schmelzen.

b) Man zerlegt das Schwefelspießglanz durch Eisen, Niederschlagsarbeit. Man macht in einem Tiegel eiserne rostfreie Nägel, klein geschrotnes Stabeisen rothglühend, setzt dann das 2 bis $2\frac{1}{2}$fache Gewicht Schwefelspießglanz hinzu und läßt alles bei ge-

hörigem Feuer fließen. Man erhält im Kleinen 63,5 Procent, im Großen etwa 55 Procent eisenhaltiges Spießglanz, und gießt die flüssige Masse in einen Einguß aus, worauf sich das Metall vom Stein (Schwefeleisen) trennt. Um das in dem Metall enthaltene Eisen zu scheiden, schreibt man Salpeter vor, mit welchem man dasselbe umschmelzen soll; allein eine so kostspielige Procedur dürfte nicht anwendbar sein. — Nach Berthier ist folgendes Verhältniß besonders günstig für's Ausbringen von möglichst vielem Metall: 100 Schwefelspießglanz, 60 Hammerschlag, 45 bis 50 kohlensaures Natron, 10 Kohlenpulver, hiervon erfolgen 65 bis 67 Procent Metall; allein da die große Menge des Natrons durch die Schlackenbildung verloren geht, so bleibt diese Methode immer kostspielig. Das kohlensaure Natron wirkt hier in der Art, daß es auf Kosten eines Antheils Schwefelspießglanz zu Schwefelnatrium wird, welches sich mit dem übrigen Schwefelspießglanz zu einem Schwefelsalz verbindet, während eine Portion Metall sich abscheidet. Aus diesem flüssigen Schwefelsalz (Spießglanzleber) scheidet dann das Eisen durch Niederschlag das Spießglanz metallisch ab. Um daher die Bildung von Spießglanzleber wohlfeil zu veranlassen, schlägt Berthier vor, Glaubersalz, d. i. schwefelsaures Natron und Kohle anzuwenden, welche in der Schmelzhitze Schwefelnatrium liefern; er räth 100 Theile Schwefelspießglanz, mit 42 metall. Eisen, 10 Glaubersalz und 2 Kohle zu beschicken, bei der Schmelzung sollen 60 bis 61 Procent Metall erhalten werden. Endlich bemerkt derselbe noch, daß es eines Versuchs werth sei, da Schwefelspießglanz bekanntlich durch Wasserstoffgas bei mäßiger Hitze den Schwefel verliert, zu probiren, Schwefelspießglanz mit Kohlengas in der Art zu behandeln, daß man Stein-

kohlen und Schwefelspießglanz in irdenen stehenden Röhren der Hitze aussetzt.

Daß man aber auch auf Flammenheerden Spießglanzmetall und zwar aus dem Grauspießglanzerz ohne vorgängige Aussaigerung des Schwefelspießglanzes, nach einer Aufbereitung durch Pochen und Scheiden gewinnen könne, geht aus einer Bemerkung von Jabin hervor, welcher anführt, daß auf eine solche Weise, aber ohne nähere Angaben, aus Spießglanzerz das Metall in Frankreich zu Clermont geschieden werde. Auf eine ähnliche Art verfährt auch Funck, dessen Patent bereits oben angeführt worden ist.

Will man das Spießglanz eisenfrei haben, so kann man es mit spießglanziger Säure (Spießglanzoxyd) schmelzen, wodurch das Eisen sich oxydirt, das Spießglanz aber reducirt. Im Kleinen kann man sich aus Spießglanzoxyd mittelst Wasserstoffgas, desgleichen aus Schwefelspießglanz durch dieselbe Gasart reines Metall darstellen. — Sehr häufig enthält das Schwefelspießglanz auch Schwefelarsenik und dann ist auch in dem Spießglanz Arsenik enthalten; dieser läßt sich aber nicht durchs Schmelzen entfernen. Man entdeckt es, wenn man ein Stückchen Spießglanz auf einer Kohle vor dem Löthrohr behandelt, durch den knoblauchähnlichen Geruch; oder man mengt das fein zerriebene Metall mit dem dreifachen Gewicht getrockneten, reinsten Salpeter und trägt das Gemeng in einen glühenden Tiegel zum Verpuffen ein; es bildet sich dabei spießglanzsaures und spießglanzigsaures Kali, außerdem aber auch arseniksaures Kali, welches beim Uebergießen der Masse mit lauwarmem Wasser sich löst und mit salpetersaurem Silberoxyd einen braunrothen Niederschlag gibt.

Anwendung. Das Antimon wird in der Pharmacie zur Darstellung verschiedener sehr wirksamer Arzneimitel und auch zu verschiedenen sehr nützlichen

Legirungen verwendet. So dient eine Legirung aus Blei mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{10}$ Antimon, die sehr hart ist, als Material zur Fertigung der Buchdruckerlettern; 10 Blei, 2 Antimon, 1 Wismuth und $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{80}$ Zinn zu Stereotypenplatten. Unter dem Namen Pewter verwendet man in England dreierlei Legirungen: eine für silberähnlich aussehende Tischgeräthe, **plate pewter**, welche aus 100 Theilen Zinn, 8 Theilen Spießglanz, 2 Theilen Wismuth und 2 Theilen Kupfer besteht; eine andere aus Zinn und 17 Procent Spießglanz; eine dritte, **ley pewter**, aus 4 Theilen Zinn und 1 Theil Blei. **Queen's metal**, aus 9 Zinn, 1 Spießglanz, 1 Wismuth, 1 Blei für Theekannnen ꝛc. — **Britannia metal**, aus gleichen Theilen Messing, Zinn, Spießglanz, Wismuth, zusammengeschmolzen und mit so viel Zink versetzt, bis die Legirung die gehörige Farbe und Härte hat.

Fünftes Kapitel.

Vom Quecksilber.

Eigenschaften. Farbe zinnweiß; starken Metallglanz; über — 31° Reaum. tropfbar flüssig; spec. Gewicht = 13,56 bei 0° Reaum.; unter — 31° Reaum, stark krystallinisch, wenig hart, geschmeidig; spec. Gewicht dann über 13,56; Siedepunkt = 282° Reaumur.

An der Luft längere Zeit in der Temperatur seines Siedepunktes erhalten, verbindet sich das Quecksilber nach und nach und also auch ohne Feuererscheinung mit dem Sauerstoff. Die Verbindung besteht aus 92,66 Quecksilber und 7,34 Sauerstoff (Quecksilberoxyd). Wird dieselbe in Verbindung mit Säuren weiter mit Quecksilber in Berührung ge-

lassen oder wird Quecksilber mit wässeriger Salpetersäure in der Kälte behandelt, so bildet sich eine andere Oxydationsstufe (das Quecksilberoxydul), welche 3,87 Procent Sauerstoff enthält. — Mit Chlor, Brom, Jod und Fluor verbindet sich das Quecksilber in der gewöhnlichen Temperatur.

Schwefel und Selen verbindet sich in der Hitze, erstes unter lebhafter Feuererscheinung mit dem Quecksilber. Das Schwefelquecksilber (auch Zinnober genannt), enthält 13,68 Proc. Schwefel. Phosphorquecksilber bildet sich bei der Digestion von Quecksilberoxyd, Phosphor und Wasser, indem man erhitztes Quecksilberchlorür mit Phosphordämpfen in Berührung bringt.

Mit den Metallen, namentlich den leichtflüssigen, geht das Quecksilber starre wie flüssige Legirungen ein, welche man Amalgame nennt und auf die wir wiederholt zurückkommen.

Vorkommen. Das Quecksilber bietet sich in der Natur im metallischen Zustande als Gediegen Quecksilber; häufiger in Verbindung mit Schwefel als Zinnober; sehr selten als Chlorquecksilber im Quecksilberhornerz und mit Silber vereinigt im Silberamalgam.

Das gediegene Quecksilber findet sich in zu geringer Menge, als daß es für den Verbrauch hinreichend wäre, es wird daher das meiste in den Handel kommende Quecksilber aus Zinnober und Lebererz dargestellt. Schon vor 1800 Jahren wußte man, daß aus Zinnober durchs Glühen mit gebranntem Kalk laufendes Quecksilber gewonnen werden kann, indem sich der Schwefel desselben mit Calciniren einerseits zu Schwefelcalcium verbindet, anderseits oxydirt und etwas schwefelsaurer Kalk entsteht, welche beide als eine Kalkschwefelleber zurückbleiben, während das Quecksilber in Dämpfen überdestillirt. Statt des Kalks

wendet man aber auch Hammerschlag an (Eisenoxydul=Oxyd), wodurch sich theils schwefligsaures Gas, theils Schwefeleisen bilden.

Man bedient sich zum Ausbringen des Quecksilbers aus den angegebenen Erzen verschiedener Oefen und Geräthe, theils Retorten, theils Vorlagen in einem Galeerenofen, wie in dem baierschen Rheinkreis, theils eiserner Glocken (Kappen) unter denen das Erz erhitzt wird, wie zu Herzowitz, theils Schachtöfen mit einem Aludelplan, wie zu Almaden in Spanien, theils Schachtöfen und Condensations=Kammern, wie zu Idria.

1) Quecksilbergewinnung mittelst gußeiserner Retorten in einem Galeerenofen.

Die hierzu verwendeten Oefen sind mit 30 oder 60 Retorten besetzt, welche ganz in derselben Form, wie die Vitriolölkolben gestaltet sind; sie liegen theils in einer einfachen, theils doppelten Reihe über einander, eine jede faßt ½ Centner Erz, welches mit ¼, ⅕ dem Volumen nach gebranntem Kalk, welcher zu Staub gelöscht worden, beschickt wird. Manche Zinnobererze enthalten schon Kalkstein als Gangart und werden dann mit wenigem Zuschlag beschickt. Die Retorten liegen fast horizontal, ein wenig nach den Vorlagen zu geneigt, diese sind irden, mit Wasser halb gefüllt, auch werden nach der Beschickung Retorten angelegt, die Fugen mit Lehm verstrichen; sodann wird mit Steinkohlen zuerst gelinde erwärmt, dann dunkelroth, zuletzt helle Rothglühhitze gegeben; der Proceß ist meist binnen 12 Stunden vollendet. Nach dem Abgang des Feuers nimmt man die Vorlagen ab, gießt das Destillat in hölzerne Schüsseln, das Wasser ab und das Quecksilber in Mörser, in denen man es mit Kalkpulver, zuletzt mit Wasser abreibt, um es zu reinigen, dann trocknet man es mit

Leinwand und schlägt es zu ungefähr $1\frac{1}{2}$ Centner in Hammelfelle ein. Der Abgang an Schwärze (Stuppe), welcher durchs Waschen und Behandeln mit Kalk erhalten wird (fein zertheiltes, zerschlagnes Quecksilber, welches schwarz erscheint), wird gesammelt und ein anderes Mal mit in die Retorten geschüttet, der abdestillirte Rückstand aber wird weggeworfen.

2) Das Ausbringen unter eisernen Kappen in Herzowitz in Böhmen.

Der dort mit Thoneisenstein zusammenbrechende Zinnober wird mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Eisenhammerschlag beschickt, in einem Gefäß unter einer gußeisernen cylindrischen oben geschlossenen, unten aber offnen Kappe bei Steinkohlenfeuer, welches die letztere rings umgibt, destillirt. Die Kappe ruht mit ihrem offnen untern Ende auf einer Unterlage, die in einem Wasserbehälter gelagert ist, so daß alle durch die Hitze erzeugten Gase und Dämpfe von dem kalten Wasser aufgenommen und niedergeschlagen werden. Ein Ofen mit 5 bis 6 Kappen erfordert 30 bis 36 Stunden Zeit, um gegen 3 Ctr. Erz zu verarbeiten.

3) Gewinnung des Quecksilbers mittelst Schachtöfen und eines Aludelplans.

Zu Almaden in Spanien wird das Quecksilber in Schachtöfen aus dem Zinnobererz durch Destillation dargestellt und in Aludelschnüren, die auf einer schiefen Ebene, Aludelplan, liegen, aufgehangen. Diese Einrichtung schreibt sich noch von den Saracenen her und ist bis auf die letzten Zeiten beibehalten worden, obschon, wie die Anwendung in Idria gezeigt hat, dabei Quecksilberdämpfe verloren gehen. Die Gangart, in welcher das Zinnobererz zu Almaden vorkommt, ist Kalkspath und Quarz, die Gebirgsart Thonschiefer, welcher oft mehrere Fuß weit von den Gängen

abwärts mit Zinnober abgedrungen ist. Man scheidet 5 Sorten Erze:

1) reinen oft krystallisirten Zinnober, welcher als Farbmaterial dient; 2) derbes Scheideerz, welches sehr vielen, oft reinen Zinnober enthält, 50 bis 60 Pfund Quecksilber; 3) mittlere Scheidegänge, welche Zinnober grob eingesprengt enthalten, 20 bis 40 Pfd. Quecksilber; 4) geringe Scheidegänge, welche blos fein eingesprengten Zinnober enthalten, 10 bis 20 Pfund Quecksilber liefernd; 5) feinstes Grubenklein; aus demselben und Thonschlempe werden Backsteine gestrichen, die getrocknet wie die übrigen Zinnobererze verhüttet werden.

Die Quecksilberöfen sind also construirt: 2 Schachtofen mit runden Schächten stehen neben einander, so daß sie die Rückwand mit einander gemein haben; ihnen zur Seite ist der Aludelplan, d. h. eine aufgemauerte, doppelt geneigte schiefe Ebene, deren höchster Punkt auf der einen Seite mit den Abzugkanälen der Schachtöfen in einer Höhe liegt, auf der andern aber mit Rauchfängen in Verbindung steht. Jeder Ofen hat in einer gewissen Höhe einen gemauerten Rost, über welchem die Erze aufgeschüttet werden, in dem Raum darunter wird Holzfeuer angezündet. Zu unterst werden die derben Scheideerze, welche in faustgroßen Stücken angeliefert werden, eingelegt, dann die mittleren, von Wallnußgröße, dann die geringeren von $\frac{3}{4}$ bis 1 Kubikzoll Größe, zuletzt die Backsteine, die das Grubenklein und die Stuppe enthalten und alte Aludeln, die mit fein zertheiltem Quecksilber und Oxyd durchdrungen sind. Oben wird der Ofen durch ein Gewölbe geschlossen und das Loch zum Eintragen der obersten Schichten mittelst einer Thonplatte, die mit Lehm verstrichen wird. Zwei Abzugskanäle stehen durch schmale aber hohe Oeffnungen mit dem Ofenschacht in Verbindung, durch

welche beim Anfeuern des Ofens die Quecksilberdämpfe in diese übergehen. Die Kanäle sind länglich vierseckige gemauerte Räume, nach dem Ofen zu schmal, breiter nach dem Aludelplan, sie stehen durch 3 Oeffnungen mit dem erstern und mit den Aludelschnüren in Verbindung, d. h. mit den Aludelreihen, welche zu 6 für jeden Rauchfang, also 12 für jeden Ofen, in parallelen Zügen neben einander liegen. Der Aludelplan ist nach der Mitte zu geneigt und an der niedrigsten Stelle mit einem Spalt versehen, unter welchem eine Rinne schräg gelagert ist, um das aus den Aludeln fließende condensirte Quecksilber aufzunehmen und nach 3 steinernen Behältern zu leiten. Indem nämlich der Ofen angefeuert wird, steigen die Dämpfe mit dem Rauch des Brennmaterials im Ofenschacht in die Höhe, treten in die Abzugkanäle ein und ziehen durch die Aludelschnüre, die auf der einen Hälfte des Plans abwärts, auf der andern aufwärts steigen und mit Thon verstrichen sind; hier endigen sich dieselben in die Rauchkammern, die mit den Schornsteinen in Verbindung stehen, durch welche der Rauch abzieht, während die wenigen in den Aludeln nicht vollständig condensirten Quecksilberdämpfe sich noch niederschlagen.

Der Ofen wird zu Anfang erst schwach, dann stark mit Reißholz angefeuert und damit 12 bis 15 Stunden lang fortgefahren, worauf die stärkste Hitze 2 Stunden lang gegeben wird. Hierauf kühlt sich der Ofen ab, die Eintragethüren werden am dritten Tag geöffnet, am vierten Tag wird der Ofen ausgeladen und von neuem gefüllt, die Aludeln aus einander genommen, das enthaltene Quecksilber ausgegossen, welches in der Rinne sich sammelt und abfließt. Um es von der anhängenden Schwärze zu befreien, wird es der trocknen Wäsche unterworfen, d. h. es wird auf einer wenig nach der Mitte geneigten

Sohle eines Gebäudes ausgegossen, wobei es rasch nach der Mitte zu läuft, wo ein steinerner Trog eingesetzt wird, während die Schwärze an der Sohle hängen bleibt, dieselbe enthält nicht viel Quecksilberkügelchen, die sich nicht losmachen können; um diese zu trennen, schüttet man über die Schwärze Asche und arbeitet das Gemeng mit Krücken durch, hierbei vereinigen sich die kleinen Tröpfchen zu größeren und laufen auch noch ab. Das so gereinigte Quecksilber wird zu ½ Centner in weißgaaren Kalbfellen verpackt, auch in geschmiedeten eisernen Legeln, wie es hier zum großen Theil ankommt.

4) Quecksilberausbringen in Schachtöfen mit Condensationskammern in Idria.

Zu Idria kommen die Quecksilbererze in Brandschiefer vor; die erzführenden Schiefer unterscheiden sich von den tauben durch dunklere Farbe und mattes Ansehn, der taube ist stets lichter und glänzend, weit härter, der Schiefer ist an vielen Stellen mit Kalkspathadern durchzogen. Man unterscheidet Stahlerz, Lebererz, Ziegelerz, Korallenerz, Branderz, gediegenes Quecksilber und Zinnober; das erstere ist ein derbes und durchaus reines Lebererz; Ziegelerz nennt man diejenigen Lebererze, welche kleine Schiefertheilchen eingesprengt enthalten, das Lebererz steht zwischen dem ersten und zweiten in der Mitte; Korallenerz sind Schieferknoten mit Zinnober innig durchzogen, welche durch die äußere Gestalt einige Aehnlichkeit mit rothen Korallen besitzen; Branderz ist milder erzführender Schiefer, welcher viel Bitumen enthält, sein Erzgehalt ist verschieden. Von gediegenem Quecksilber wird in der Grube selbst wenig gewonnen, das meiste bei der Aufbereitung, jährlich etwa 10 bis 12 Centner Jungfern Quecksilber, oder wo diese nicht stattfindet, in dem Erzbrennofen gewonnen. Die

Stahl-, Leber- und Ziegelerze kommen nicht zur Aufbereitung, sondern gehen unmittelbar zur Hütte, die übrigen werden erst der Handscheidung unterworfen, wodurch das Korallenerz ausgehalten wird, die Rückstände kommen dann auf Siebwerke, wodurch dieselben in Kernerz, was zur Hütte geht, in Pochgänge, welche gepocht werden, und taubes Erz geschieden werden. Das Pochmehl kommt auf den Schlämmgraben (Waschheerd genannt) und wird dort verwaschen; allein um nicht zu viel Erz zu verlieren, nicht so vollständig, als es sonst geschieht, weil der Holzverbrauch bei ärmeren Schliechen nicht im Verhältniß steht mit dem Verlust an Erz bei der Darstellung reicherer Schlieche.

Bei der Zugutemachung der aufbereiteten Erze durch den Hüttenbetrieb unterscheidet man Erze und Schlieche, weil dieselben eine verschiedene Behandlung in den Oefen erfordern; Erze, welche die Größe einer Erbse nicht erreichen, werden den Schliechen zugerechnet. Die Hüttenarbeiten fangen gewöhnlich im November an und enden im März, weil der Hüttenrauch das Gras und die Feldfrüchte im Frühjahr und Sommer verderben würde, dagegen auch im Winter die Condensation der Quecksilberdämpfe schneller und vollkommner geschieht. Anfänglich bediente man sich zu Idria der Galeerenöfen und Retorten, später der spanischen Oefen mit Aludelplan, 1750, sodann statt der Aludeln gemauerter enger Kanäle, bis endlich die Einrichtung getroffen wurde, die noch besteht, die Quecksilberdämpfe in gemauerten Condensationskammern sich niederschlagen zu lassen.

Die beiden Hüttengebäude enthalten ein jedes 2 Oefen mit den Verdichtungskammern, die eine gemeinschaftliche Rückwand haben, so daß in jeder Hütte ein Doppelofen vorhanden, welcher auf beiden Seiten mit 4 Verdichtungskammern, die ebenfalls mit

einer gemeinschaftlichen Rückwand an einander stehen, versehen sind. Der eine Doppelofen ist für die Erze, der andere für die Schlieche bestimmt, die Verdichtungskammern sind unter sich und in jedem Hüttengebäude ganz gleich, 4eckige Räume von gleicher Höhe mit dem Ofen, sie stehen mittelst einer steinernen unterirdischen Rinnenleitung mit dem Magazin in Verbindung. In der ersten Kammer jeder Seite tritt der Rauch vom Brennmaterial mit den Quecksilberdämpfen gleichzeitig ein, hier erfolgt der erste und stärkste Niederschlag; was sich nicht verdichtet, wird durch die in der Scheidewand zwischen der ersten und zweiten Kammer und zwar ganz unten an der Sohle dieser Wand angebrachten, Oeffnungen in die zweite geleitet, muß in derselben in die Höhe steigen, um sich aus den Oeffnungen, welche sich oben in der Scheidewand zwischen der zweiten und dritten Kammer befinden, in die dritte zu begeben, in dieser sich herabsenken und durch die Abzugsöffnungen, die sich unten in der Zwischenwand, zwischen der dritten und vierten Kammer befinden, in die vierte Kammer treten, in welcher dann alle Dämpfe, die keiner weiteren Verdichtung fähig sind, in die Höhe steigen und durch die Esse abgeführt werden. In der zweiten Kammer ist der Niederschlag nicht ganz unbedeutend, in der dritten schlägt sich aber sehr wenig und in der vierten fast gar nichts nieder. Die erste Kammer erhält die Dämpfe aus so vielen Reihen von Oeffnungen, die in der Scheidewand zwischen ihr und dem Ofen liegen, als letzter Etagen besitzt; der Erzofen hat deren zwei, der Schliechofen aber drei. Die Wände der Kammern sind massiv und mit Kalkmörtel überzogen, die sich bald mit Flugasche und Ruß bedekken (Krätze), welche von Zeit zu Zeit abgekehrt und, wie bereits unter 3 angegeben worden ist, durchgekrückt wird, um die Quecksilberkügelchen davon zu

trennen; das ausgekrückte Gekrätz kommt zum Schlieschofen und wird gleich dem Schliech mit durchgebrannt. Die Sohle aller Kammern fällt von hinten nach vorn etwas ab, damit sich das verdichtete Quecksilber auf dem Boden ansammeln und in einer steinernen Rinne, welche vor den Verdichtungskammern liegt und mit jeder Kammer durch eine Oeffnung verbunden ist, nach dem Magazin abfließen kann, wo es sich in einem steinernen Behälter ansammelt. Während des Brandes sind die einzelnen Oeffnungen geschlossen und werden erst nach Beendigung desselben und nach der Abkühlung des Ofens geöffnet, um das Quecksilber zu heben.

Die Oefen sind ganz ähnlich den Töpfer=, Steingut= oder Porcellanöfen construirt, es sind runde Etageöfen, nur mit dem Unterschied, daß die Feuerung in der untersten Etage sich befindet, welche durch einen gewölbten Rost, durch den Flamme und Rauch ziehen, von der zweiten Etage getrennt ist. Das Holz brennt auf einem gänzlich söhligen Heerd, welchem die Luft aus einem unter demselben befindlichen, mit einer Thür versehenen Raum, der gewissermaßen die Stelle eines Aschenfalls vertritt, durch 4 in den Seitenmauern in die Höhe geführten Kanälen zugeführt wird, welche sich in der Höhe der Heerdsohle ausmünden. Für die Erze besteht der Ofenschacht aus zwei über einander befindlichen Abtheilungen oder Etagen, die durch ein Gewölbe mit Oeffnungen zum Durchgang der Flamme, geschieden sind. Die oberste Abtheilung hat aber ein völlig geschlossenes Gewölbe, weil der Rauch und die Dämpfe in die Verdichtungskammern geleitet werden, zu welchem Zweck in jeder Etage unter dem Gewölbe sich zu beiden Seiten Oeffnungen nach der ersten Kammer jeder Seite befinden. Ganz ähnliche Einrichtung haben auch die Schliechöfen; hier sind aber 3 Etagen über dem Brennraum,

die Gewölbe sind fast ganz flach geschlagen, weil sie keine so große Last zu tragen haben als die in den Erzöfen. Zu den einzelnen Abtheilungen sämmtlicher Oefen führen die Einsatzthüren, welche nach dem Einsetzen vermauert werden. Die Schlieche werden in Schaalen von feuerfestem Thon, welche 10 Zoll im Durchmesser und 2½ Zoll im Lichten Tiefe haben, eingesetzt, sie fassen etwa 200 Kubikzoll oder 40 Pfd. Schliech; in jede Etage können 600 Schaalen, also in 3 Etagen 1800 gleichzeitig eingesetzt werden. Jeder Schliechbrand soll in einem Doppelofen 85 bis 90 Centner Quecksilber geben, der Schliech würde demnach zu 6 bis 7 Procent ausgebracht. Eines Zuschlags bedarf man weder bei den Erzen noch bei den Schliechen, weil der Kalkgehalt des Schiefers hinreicht, die Zersetzung des Zinnobers in der Brennhitze zu bewirken; die Hitze darf die Rothgluth nicht übersteigen. Zu einem Brand sollen 1½ Klafter Holz zu 144 Kubikfuß verbrannt werden, ein Brand kann in 3 Tagen vollendet sein, von denen einer zum Einsetzen und Feuern, der zweite zum Abkühlen, der dritte zum Heben und Austragen der Rückstände gerechnet wird, welche über die Halde gestürzt werden. —

Da das käufliche Quecksilber nicht rein ist, sondern fremde Metalle, als Blei, Wismuth, Zink, (Silber) enthält, so muß es zu manchen Anwendungen gereinigt werden; hierzu bedient man sich der Destillation aus Glas-Retorten, die man über freies Kohlenfeuer in einen Drathkorb legt. Um die Luft vom Quecksilber abzuhalten und das Ueberspritzen zu verhüten, bedeckt man die Oberfläche desselben mit Eisenfeilspänen. An die Retorte wird eine Vorlage mit Wasser angelegt und der Retortenhals, wenn er nicht schon an sich lang ist, durch eine papierne Röhre bis an den Wasserspiegel verlängert, damit das Quecksilber sich gehörig abkühle, ehe es in's Wasser fällt.

Allein alles umdestillirte Quecksilber ist nicht völlig rein, es enthält, obschon weit weniger als vorher, immer noch einige anhängende flüchtige Metalle. Man kann käufliches Quecksilber auch dadurch etwas reinigen, daß man es ein wenig mit Salpetersäure digerirt, wodurch die fremden, leichter oxydirbaren Metalle aufgelöst werden; durchs Kochen mit einer Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd oder Sublimat. Will man ganz reines Quecksilber darstellen, so pflegt man entweder künstlich bereiteten Zinnober, mit Eisenfeilspänen beschickt, zu destilliren oder Quecksilbersublimat, höchstens Chlorquecksilber, in Wasser aufzulösen und mit der Hälfte seines Gewichts Eisenfeilspänen oder kleinen Nägeln in einem eisernen Kessel zu kochen, bis alles Eisen durch das Sublimat so zerlegt ist, daß sich das letztere in Chloreisen verwandelt hat und das Quecksilber flüssig ausgeschieden worden. Da nämlich sowohl der künstlich bereitete Zinnober als das Sublimat keine fremden Metalle enthalten, so müssen beide auch durch gehörige Zerlegung reines Quecksilber liefern. Durchpressen durch Sämischleder reinigt das Quecksilber von anhangendem Schmuz, dem Oxydhäutchen, welches die aufgelösten Metalle bedingen, eben so das Durchtreiben durch Holz mittelst der Luftpumpe (der Quecksilberregen).

Bereitung des Zinnobers. — Von dem natürlichen Zinnober ist nur weniger rein genug, um als Farbe benutzt zu werden (Bergzinnober). Den meisten Zinnober erhält man durch künstliche Processe auf trocknem oder nassem Wege; nach erster Weise bei weitem den meisten. Man verfährt also: Man bringt 100 Pfund Schwefel in einem eisernen Geräth zum Schmelzen und setzt in Portionen 1080 Pfund erwärmtes Quecksilber hinzu, während das Ganze gehörig gemengt wird. Hierbei erfolgt zuweilen eine

Entzündung, welche die Arbeiter jedoch durch ein sorgfältiges Verfahren vermeiden können. Es entsteht eine schwarze Masse, welche Schwefelquecksilber von gleicher Zusammensetzung wie der Zinnober ist und höchstens etwas überflüssigen Schwefel eingemengt enthält. Sie wird fein zerrieben und in kleinen irdnen Krucken, deren jede etwa 1½ Pfund Wasser fassen kann, zum Gebrauch aufbewahrt. Die fernere Bearbeitung besteht in einer Sublimation, zu welchem Zweck 3 große feuerfeste irdne Sublimirgefäße dienen, die man vorher noch mit einem Beschlag überzieht; dieselben reichen zu ⅔ ihrer Höhe durch eine gußeiserne, ringförmig aufgeschnittene Platte in die Feuerung hinab und werden von der Flamme umspült. Anfangs gibt man nur gelindes Anwärmfeuer mit Torf, so wie sie rothglühen, schüttet man in jedes derselben eine Krucke voll schwarzes Schwefelquecksilber, hernach 2, 3 und so fort gleichzeitig in jedes Geschirr, was von der stärkeren oder schwächeren Entzündung abhängig ist, die dann erfolgt; zuweilen schlägt die Flamme 4 bis 6 Fuß hoch aus dem irdnen Geschirr. Auf diese Weise trägt man in 24 Stunden die ganze Portion des schwarzen Schwefelquecksilbers in die Sublimirgeschirre, in jedes 410 Pfd.

Sobald sich die Flamme etwas vermindert hat, bedeckt man das Sublimirgeräth mit einer Eisenplatte von 1½ Zoll Stärke und 1 Quadratfuß Fläche, verstärkt dann das Feuer und unterhält es bis zur Beendigung der Sublimation, wozu 36 Stunden Zeit erforderlich sind. Ob das Feuer zu stark oder zu schwach ist, erkennt man daran, ob beim Aufheben der eisernen Platte die Flamme mehre Fuß hoch aus dem Gefäß herausschlägt oder kaum sichtbar ist oder nur bis an den Rand desselben aufsteigt. Die Hitze ist gerade recht, wenn in obigem Fall die Flamme nicht höher als einige Zoll hoch aus dem Gefäß lebhaft

herausschlägt. In den letzten 36 Stunden rührt man alle viertel bis halbe Stunden die Masse, um die Sublimation zu beschleunigen; nach dem Erkalten werden die Sublimirgeräthe abgehoben, zerschlagen und aus jedem 400 Pfund Zinnober gewonnen, also nur 10 Pfund Verlust. An die Eisenplatte setzt sich nur gegen das Ende der Sublimation Zinnober an.

In Idria fertigt man den Zinnober auf folgende Art an: man läßt 42 Pfd. Quecksilber und 8 Pfd. fein gepulverten Schwefel in ein Faß schütten, welches im Innern vorspringende Leisten hat, und durch ein Mühlwerk im Sommer 2, im Winter 3 Stunden lang umgehen, wodurch sich beide Stoffe sehr innig mengen und zum Theil wohl auch schon chemisch verbunden haben. Darauf füllt man diese schwarze Masse zu einem Centner in gußeiserne Kolben, um durch gelinde Hitze theils das hygroskopische Wasser, theils den überflüssigen Schwefel abzudampfen, wobei mitunter Explosionen stattfinden; während dem sind die Kolben nur locker mit eisernen Helmen bedeckt. Man kann sich eiserner Kolben ohne Gefahr der Zersetzung des Zinnobers bedienen, indem sich sehr bald eine Kruste von Schwefeleisen bildet, die sodann keinen Einfluß auf den Zinnober hat. Nach dem Abdampfen wird die Masse aufgelockert, irdne Helme aufgesetzt, irdne Vorlagen angelegt und das Feuer verstärkt. Nach 3 bis 4 Stunden zeigt sich an dem Helmrohr das Zeichen der vollendeten chemischen Verbindung und beginnenden Sublimation. Nun werden die Fugen vollkommen verkittet und so lange gefeuert, bis das Flämmchen klein wird und ununterbrochen erscheint; darauf wird der Helm abgenommen, zerschlagen, der rothe Stückzinnober vom schwarzen Zinnober durch ein Messer getrennt; 600 Pfund schwarzes Gemeng geben durchschnittlich 560 Pfund reinen Stück-

zinnober und 17 Pfund Abfälle, welche einer neuen Sublimation unterworfen werden müssen. Der Stückzinnober wird zerklopft, mit Wasser zwischen horizontalen Mühlsteinen gemahlen und dieses mehrmals wiederholt, der gemahlene Zinnober dann geschlemmt. Soll es Vermillon- oder Malerzinnober werden, so kocht man den gemahlenen Zinnober mit Potaschenlauge in eisernen Kesseln oder übergießt ihn mit dieser in den Wasserbottichen, wobei sich eine Schwefelleber bildet, Schwefelquecksilber und Schwefelkalium, wodurch der lose ungebundene Schwefel entfernt wird. Nach dem sorgfältigsten Aussüßen, Trocknen, Zerreiben, Beuteln ist derselbe als Handelswaare fertig. Statt der Potaschenlauge hat man auch gefaulten Urin, Ammoniak zur Digestion angewendet. Der Malerzinnober wird oft durch Ziegelmehl, Mennige, Colcothar verfälscht.

Reiner Zinnober muß sich ohne Rückstand verflüchtigen, jene genannten Verfälschungsmittel bleiben aber, da sie nicht flüchtig sind, zurück. Bringt man den Rückstand auf eine Kohle vor's Löthrohr, so wird die Mennige reducirt und gibt ein Bleikorn, auch wird, wenn man denselben mit Salpetersäure übergießt, die Mennige theils als Bleioxyd aufgelöst, theils als braunes Ueberoxyd zurückbleiben. War es Colcothar, so löst sich derselbe in Salpetersäure in der Wärme auf und gibt sich dann durch die beim Eisen angeführten Reaktionen zu erkennen, während Ziegelmehl in der Säure unlöslich ist. Auf nassem Wege stellt man Zinnober entweder durch lange anhaltendes Schütteln von Quecksilber mit Schwefelleberauflösung (auch Schwefelammonium) dar, zu welchem Entzweck man die Gefäße an das Gatter von Sägemühlen befestigt, wie es in der baierschen Rheinprovinz geschieht; oder man bedient sich zur Beschleunigung

des Processes der Wärme. Kirchhoff gab gegen Ende des vorigen Jahrhunderts folgende Vorschrift: Es werden in einer Porzellanschaale 300 Theile Quecksilber und 68 Theile Schwefel mit einander innig gemengt, mit einigen Tropfen Kalilauge das Gemeng befeuchtet, bis sich keine Kügelchen mehr zeigen. Darauf werden 100 Theile Kali in einer gleichen Menge Wasser gelöst hinzugesetzt, das Ganze unter stetem Umrühren sehr mäßig erwärmt und das verdunstete Wasser stets hinzugefügt, damit es immer einige Linien hoch über der Masse stehe. Nach 2 Stunden zeigt sich unter stetem Umrühren eine Farben-Veränderung, die vorher schwarze Masse wird braun, darauf sehr schnell roth, alsbald wird kein Wasser mehr zugethan, allein fortgefahren zu reiben, bis dieselbe gallertartig geworden und die Farbe das höchste Feuer erreicht hat; sogleich muß man aber auch das Feuer entfernen, weil sonst die Farbe schmuzig braun wird. Um dieses zu vermeiden, kann man auch das Gefäß, so wie die Masse roth geworden, vom Feuer nehmen und einige Tage lang digeriren und von Zeit zu Zeit umrühren. Darauf hebt man die Flüssigkeit mit einem Heber ab, setzt reines Wasser zu und süßt den Zinnober mehrmals aus. Es ist gut, anfangs schwache Kalilauge zum Abwaschen, dann erst Wasser anzuwenden. Die Ausbeute ist nicht sehr groß, indem sich außer dem Zinnober eine krystallisirbare Doppelverbindung von Schwefelkalium, Schwefelquecksilber und Wasser bildet, die in farblosen Nadeln anschießt, an der Luft schwarz wird, indem sich schwarzer Zinnober abscheidet und sich das Schwefelkalium oxydirt. Brunner fand, daß 300 Theile Quecksilber, 114 Theile Schwefel, 75 Theile Aetzkali und 400 bis 450 Theile Wasser ein sehr zweckmäßiges Verhältniß geben, die beste Temperatur 45° dann 50° darf man nicht übersteigen, das verdunstete Wasser muß stets ersetzt wer-

den. So wie die Farbe braunroth wird, darf man 45° nicht übersteigen, die gallertartige Consistenz muß sorgfältig durch Zusatz von Wasser vermieden werden. Aus obigen Quantitäten erhält man 328 bis 330 Theile Zinnober, es ist gut, wenn man durch Destillation gereinigtes Quecksilber und eisenfreies Kali anwendet. Hieraus geht hervor, daß eine Vermehrung des Schwefels und Verminderung des Kalis vortheilhaft ist.

Der auf nassem Wege bereitete Zinnober zeichnet sich durch eine Tiefe und Feuer aus, welches der auf trocknem Wege dargestellte beste Zinnober kaum besitzt, er gleicht dem chinesischen vortrefflichen Zinnober im höchsten Grade; man kann ihn von verschiedenen Tönen gewinnen, besonders durch Schütteln. Der auf nassem Wege dargestellte Zinnober ist von dem sublimirten in nichts verschieden, wie die Analyse bewiesen hat, alle früheren Vermuthungen in dieser Beziehung haben sich nicht bewahrheitet; er läßt sich, ohne etwas Schwefel oder Quecksilber abzuscheiden, vollständig sublimiren; der Zinnober besteht aus 86,3 Quecksilber und 13,7 Schwefel, ist geruch- und geschmacklos, im Wasser unlöslich, specifisches Gewicht 8,124, verbrennt mit bläulicher Flamme unter Entweichen von schwefligsaurem Gas und Quecksilberdämpfen, wird durchs Erhitzen mit Kalk, Eisen (Hammerschlag), Zinn, Spießglanz zerlegt, indem diese den Schwefel bilden und Quecksilber überdestillirt; kalte Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure lösen ihn nicht auf, allein Goldscheidewasser, rauchende Salpetersäure; es bildet sich im ersten Fall doppelt Chlorquecksilber und Schwefelsäure, im letzten schwefelsaures Quecksilberoxyd.

Der Zinnober dient als Malerfarbe und ist wegen seiner Schönheit und seines Feuers, so wie wegen der

Unveränderlichkeit an der Luft, sehr geschätzt, zur Bereitung von Siegellack, zu rother Druckfarbe rc.

Anwendung des Quecksilbers. — Unstreitig wird das meiste Quecksilber zum Amalgamations-Proceß der Silber- und der Kupfererze verwendet; zum Ausziehen von Gold aus güldischen Geschicken, zum Spiegelbelegen, zur Bereitung von Goldamalgam, zur Feuervergoldung, zur Verfertigung physikalischer Apparate, zur Darstellung von Zinnober, Sublimat, Knallquecksilber, zum Füllen der Zündhütchen und anderer Präparate chemischer Fabriken und Apotheken, zur Anfertigung von Quickwasser für Vergolder, Sécrétage für Hutmacher, zu mannichfachen Legirungen (Amalgamen), von denen wir einige anführen.

Eine Legirung von 1 Theil Zink und 12 Theile Quecksilber wird zur sogenannten falschen Vergoldung des Kupfers gebraucht. — Ein Amalgam von gleichen Theilen Zinn, Zink und 2 bis 2½ Theilen Quecksilber gebraucht man für die Reibzeuge der Electrisirmaschinen. — Mussirsilber, Malersilber, erhält man durchs Zusammenschmelzen von 3 Theilen Zinn, 3 Theilen Wismuth und einem Zusatz von 1½ Theilen heißem Quecksilber, um die Legirung fein reiben zu können; man gebraucht es zum Malen, zur Bedrukkung und zur falschen Versilberung.

Sechstes Kapitel.

Vom Arsenik.

Eigenschaften. Farbe zinnweiß; spec. Gewicht = 5, 7 bis 6, spröde, Bruch kleinkörnig, un-

eben, zuweilen blättrig und regelmäßig nach den Flächen eines Rhomboeders. Siedepunkt (ohne vorhergehende Schmelzung) = 144° Reaumur, bei hohem Druck jedoch auch tropfbar flüssig erscheinend. Der Dampf des Arseniks besitzt einen eigenthümlichen knoblauchähnlichen Geruch und ein spec. Gewicht = 10,3653.

An der Luft bis zum Verdampfen erhitzt, verbindet sich das Arsenik mit dem Sauerstoff ohne, bei stärkerer Erhitzung mit Feuererscheinung. Die Verbindung stellt im Augenblick ihrer Entstehung weiße Nebel dar, die, wenn sie noch mit Arsenikdampf vermischt sind, einen knoblauchartigen Geruch verbreiten, sich aber bald zu einem zunächst pulverförmigen Körper an kälteren Gegenständen verdichten. Sie enthält 24,2 Procent Sauerstoff und heißt arsenige Säure. Behandelt man Arsenik mit kochender Salpetersäure, so oxydirt es so, daß es 34,7 Procent Sauerstoff aufnimmt und Arseniksäure heißt. — Mit Chlor und Brom verbindet sich das Arsenik leicht. — Die Oxyde lassen sich vom Schwefelwasserstoff zerlegen, wodurch 2 verschiedene Schwefelungsstufen des Arseniks hervorgehen, von denen die eine 38,96 und die andere 51,55 Procent Schwefel enthält. — Mit sehr vielen Metallen geht das Arsenik Legirungen ein und macht sie sämmtlich spröde.

Vorkommen. Das Arsenik findet sich im metallischen Zustande als Gediegen-Arsenik (Scherbenkobalt); dann in Verbindung mit mehren Metallen, wie mit Nickel im Kupfernickel, mit Kobalt in mehren Kobalterzen, mit Eisen in Verbindung mit Schwefeleisen im Arsenikkies &c. Ferner im oxydirten Zustande und dann für sich im Arseniksalze (im weißen Arsenik) oder mit Metalloxyden verbunden, wie mit Kalk im Pharmakolith, mit Eisenoxydul im Scorodit, mit Eisenoxyd im Ei-

sensinter und Würfelerz, mit Kobaltoxyd in der Kobaltblüthe rc. rc.

Gewinnung des Arseniks. — Das reguli- linische Arsenik würde durch Destillation aus dem oxydirten Arsenik oder aus der arsenigten Säure, durch Zusatz von Kohlenstaub, sehr leicht bereitet werden können, weil die Reduction schon vor dem Glühen erfolgt. Man gewinnt das Metall aber aus den aufbereiteten Erzen durch die Destillation aus thönernen Retorten, welche mit Vorlagen versehen werden. Die Retorten liegen wie in einem gewöhnlichen Galeerenofen, mehrentheils in zwei über einander liegenden Reihen unmittelbar über dem Rost. Das erste Anfeuern geschieht ohne Vorlagen, welche erst vorgebracht werden, wenn sich Arsenikdämpfe entwickeln. Das Metall sammelt sich in den Vorlagen theils als eine krystallinische Rinde (Fliegenstein), theils als ein grauschwarzes, nicht krystallinisches Destillat (graues Arsenik).

Am häufigsten wird das Arsenik aber im Zustande der arsenigen Säure (Giftmehl, Rattenpulver, Hüttenrauch, Arsenik) aus den Erzen abgeschieden, theils als Nebenprodukt auf Hüttenwerken gewonnen, wo Zinnerze mit eingemengtem Arsenikkies Kobalterze enthalten (siehe Zinn), oder Kobalterze zum Behuf der Darstellung der Smalte abgeröstet werden (siehe Kobalt); theils als wesentliches Produkt beim Rösten des Arsenikkieses, so zu Reichenstein in Niederschlesien. Die Hüttenanlagen, in welchen die Erzeugung der arsenigen Säure und anderen arsenikalischen Produkte vorgenommen wird, führen den Namen Gifthütten, sie müssen gehörig isolirt von bewohnten Plätzen und angebauten Gegenden angelegt werden, weil trotz der zweckmäßigsten angelegten Condensationsräume stets mehr oder weniger arsenikalische

Dämpfe sich verflüchtigen und ringsumher auf das Pflanzenwachsthum und auf Menschen und Thiere mit der Länge der Zeit nachtheilig einwirken.

Der Arsenikkies wurde in früheren Jahren wegen des Goldgehalts abgebauet (siehe Gold). Dieser Feingehalt beträgt jedoch im Centner rein aufbereiteter Erze nur $\frac{1}{16}$ Loth, so daß durch die Gewinnungskosten wegen gesteigerter Löhne und Brennmaterial in den letzten Jahrhunderten die Unkosten nicht mehr gedeckt wurden. Der Bergbau würde daher ganz verlassen worden sein, wenn man nicht 1700 den Anfang gemacht hätte, die Erze auf Arsenik zu benutzen. Die alte Goldgrube wurde in ein Arsenikbergwerk umgewandelt! Die Arsenikhütte bei Reichenstein hat zwei muffelartig construirte Flammenöfen, in denen die Arsenikschlieche abgedampft werden, deren Arsenikgehalt oxydirt als arsenige Säure in einem besondern Giftthurm aufgefangen wird; außerdem ist eine Raffinirhütte vorhanden, in welcher aus dem Arsenikmehl weißes Arsenikglas, gelbes Arsenikglas (Rauschgelb) bereitet wird, endlich noch eine andere zur Darstellung des rothen Arsenikglases und Fliegensteins.

Die Einrichtung des Arsenikabdampfofens ist folgende: In einem eigenen Flammenofen wird ein aus feuerfestem Thon gefertiges muffelartiges Gefäß am Boden und an den Seiten durch viele angebrachte Züge geheizt. Die Flamme des Brennmaterials und der Rauch ziehen durch Feuerzüge nach einem Schornstein, die Muffel aber steht durch besondere Kanäle, die sich in einen vereinigen, mit einem Condensationsraum (Giftfang) in Verbindung, einem thurmartigen Gebäude, welches mehrere Kammern neben und über einander enthält, die durch Thüren in den Wänden und Oeffnungen im Gewölbe mit einander in Verbindung stehen. Die in diesen Räumen nicht

condensirten Gase und Dämpfe, Stickstoffgas, schwefligsaures Gas, atmosphärische Luft, entweichen aus der entferntesten Kammer durch einen angebrachten Schornstein. Alle 8 bis 10 Wochen wird das Arsenikmehl aus den Condensationsräumen ausgeräumt, wobei gegen 600 Centner gewonnen werden.

Beschreibung des auf Tafel **XI.** in den Figuren **1** bis 4 dargestellten Arsenikabdampfsofens zu Reichenstein in Schlesien. Fig. 1 der senkrechte Durchschnitt des Giftthurms; Fig. 2 Längendurchschnitt des Arsenikabdampfsofens **A** mit dem angrenzenden Gewölbe **B** und dem Giftthurm **C**. Fig. 3 Querdurchschnitt des Ofens **A**; Fig. 4 Grundriß des Ofens **A** und zwar die linke Hälfte über, die rechte unter den Muffel, **B'** die obere Ansicht, **B''** der Grundriß des Gewölbes **B**, **C** der Grundriß des Giftthurms. In allen Figuren bezeichnen gleiche Buchstaben gleiche Gegenstände. — **a** die Muffel, **b** die Oeffnung, um den Arsenikschliech zu wenden, **c c c** Feuerzüge, **d** Oeffnung zum Füllen der Muffel, **e** Abzüge für den Rauch, **f** zwei Kanäle zum Aufsteigen des Arsenikdampfs, welcher aus **f** in zwei Kanäle **g** tritt; beide vereinigen sich in **h** und der Dampf fällt in das Gewölbe **B**, geht aus der Thür **i** in den Kanal **k**, hier aus **l** in die Räume **m n o p q** und **r** des Giftthurms; Gase, die sich nicht niederschlagen, entweichen durch den Schlot **s**, die Deckel **t** werden nach Beendigung einer Champagne fortgenommen, um den Niederschlag in den untern Raum zu stürzen. Die Arsenikschlieche werden 9 bis 10 Centner auf eine Röstpost 2 bis 3 Zoll hoch auf den Boden der Muffel ausgebreitet, zuerst durch rasches Feuer bis zum Rothglühen erhitzt, dann in schwacher Hitze abgedampft, um das Arsenik möglichst zu verflüchtigen. Die Luft muß dabei freien Zutritt haben, um Arsenik, Eisen, Schwefel

zu oxydiren, weshalb auch die Muffel am vordern Ende ganz offen bleibt; durch diese Oeffnungen werden die abgedampften Schlieche nach 11 bis 12 Stunden ausgekratzt, die frischen aber durch eine Oeffnung im Gewölbe d, welche bei der Arbeit geschlossen ist, besetzt. Während des Abdampfens werden die Schlieche wiederholt mit eisernen Kratzen umgerührt; an Brennmaterial werden 3 Scheffel Steinkohlen auf eine Röstpost verbraucht. Die durch diesen Proceß erzeugte und verflüchtigte arsenige Säure sammelt sich als Arsenikmehl in den Fängen und ist in diesem Zustand noch nicht Kaufmannsgut, obschon letzteres zur Beschickung des Kobaltglases verwendet wird (siehe Kobalt), sondern muß durch eine nochmalige Sublimation gereinigt werden. Hierzu dienen gegossene eiserne Kessel, welche einen Aufsatz von Trommeln aus Eisenblech oder über einander passender Cylinder erhalten, an deren Wänden sich die arsenige Säure anlegt und zu weißem Arsenikglas schmilzt, der letzte Aufsatz ist mit einer Haube geschlossen, aus welcher ein eisernes Rohr nach einem gemauerten Giftfang führt, um den nicht condensirten Dampf nach diesem abzuleiten.

Beschreibung des auf Taf. **XI.** in den Figuren 5 und 6 dargestellten Arsenikraffinirofens zu Reichenstein. Fig. 5 stellt in **A** eine Ansicht, in **B** einen senkrechten Durchschnitt des Ofens, der Kessel und Trommeln dar, Fig. 6 Grundriß der 4 Feuerungen, a die Roste, b die Aschenfälle, c Heizöffnungen, d Feuerraum, e eiserne Kessel, welche mit Giftmehl besetzt werden, f Feuerzüge, die nach dem gemeinsamen Schornstein g führen, h eiserne Trommeln, i eiserne Hauben.

Der Gang der Arbeit ist folgender; man füllt den Kessel bis nahe an den Rand mit $3\frac{1}{2}$ Centner

Giftmehl, lutirt die eisernen Trommeln, welche mittelst Griffen leichter gehandhabt werden können, mit einem Kitt aus Lehm, Blut und Kälberhaaren, gibt gelindes und nach einer halben Stunde stärkeres Feuer, wodurch sich zuerst das Arsenikmehl in Form eines weißen Staubes, Arseniksublimat, auch in Krystallen absetzt, welche bei fortgesetztem Feuer zusammenschmelzen und eine gleichartige Masse bilden. Geht das Feuer zu schwach, so gibt es nur Sublimat, geht es zu hitzig, so entweicht durch die in der Haube angebrachte Oeffnung viel Arsenik; die Arbeiter fühlen an der Wärme der Trommeln, ob der Sublimationsproceß im gehörigen Gang ist. Nach 12stündigem Feuern läßt man die Raffiniröfen sich abkühlen, sodann werden die einzelnen Cylinder abgehoben, von deren innern Fläche sich das Arsenikglas durch Anklopfen ablöst.

Je nach der Beschaffenheit des Giftmehls erhält man $\frac{3}{4}$ bis $\frac{7}{8}$ Arsenikglas; das erhaltene Sublimat wird bei der nächsten Raffination mit zugesetzt, ebenso unreine Stücke, welche ausgehalten werden. War das Giftmehl sehr grau, enthielt es noch ziemlich viel Arsenikmetall, welches nicht gehörig verbrannt, so ist eine mehrmalige Raffination erforderlich, um ein gutes reines Arsenikglas zu produciren. Was im Kessel geblieben, wird herausgehauen und beim Brennen des Erzes mit zugesetzt; der Brennmaterialaufgang beträgt für 4 Kessel in einer 12stündigen Arbeitszeit 6 Scheffel Steinkohlen.

Man bereitet auf den Gifthütten auch rothes und gelbes Schwefelarsenik. — Zu dem rothen Schwefelarsenik (Realgar, rothem Arsenikglase, Arsenikrubin) wendet man aufbereiteten Schwefelkies, Arsenikkies, auch Rohschwefel und Abgang von der Darstellung des rothen Arsenikglases an. Die erste Operation findet in irdnen Retorten statt, welche in ei-

nem Galeerenofen liegen und mit Torf, Holz oder Steinkohlen angefeuert werden; die Beschickung, deren quantitative Verhältnisse sich nach der abweichenden Beschaffenheit der angewendeten Erze und Hüttenprodukte richten, wird in Form eines groben Pulvers in die Retorten vertheilt, so daß sie zu $\frac{2}{3}$ ihres Raums gefüllt werden und Vorlagen mit weiten Hälsen angelegt, welche den Retortenhals einige Zoll weit umfassen und eine kleine Oeffnung haben, um die sich anfänglich entbindenden Gase und Dämpfe entweichen zu lassen. Aus Vorsicht werden die Retorten noch mit einem Beschlag versehen. Die Oefen müssen unter einem gut ziehenden Schornstein mit weitem Rauchmantel stehen, um den Arsenikdampf, wenn eine Retorte bersten sollte, sogleich abzuführen. Die Vorlagen werden gehörig lutirt und durch nasse Lappen kalt gehalten.

Anfänglich gibt man 1½ bis 2 Stunden lang gelindes Feuer, welches darauf bis zum Rothglühen nach und nach verstärkt wird; in dieser Hitze läßt man sie 8 bis 10 Stunden lang. Nachdem der Ofen völlig erkaltet, trennt man die Vorlagen von den Retorten und schüttet den Inhalt der ersteren aus; dieser besteht in rothem (und gelbem) Arsenikmehl, welches bei einem wiederholten Proceß mit zugesetzt wird, zweitens rothem Arsenikglas, welches noch raffinirt werden muß. Die Rückstände aus den Retorten (Schwefelabbrände) sind zur Vitriolsiederei brauchbar und werden zur Verwitterung auf Halden gestürzt.

Das rothe Arsenikglas wird nun in gußeisernen Kesseln (oder blechernen Cylindern von 2½ Fuß Höhe und 8 bis 9 Zoll Durchmesser) unter einem lebhaft ziehenden Schornstein geschmolzen und die auf einmal zu bearbeitende Menge beträgt 20 bis 25 Pfd. Man zieht die beim Schmelzen sich bildenden Schlak-

ken ab und nimmt mit dem Probireisen Proben, um die Farbe des Glases zu untersuchen. Wäre es zu licht, so setzt man dunkleres und umgekehrt Schwefel hinzu, um die Farbe lichter zu machen und gießt, wenn sie gut ist, in blecherne cylindrische Formen aus, die man mit Deckeln verschließen kann; nach dem Erkalten wird das Arsenikglas in Stücke zerschlagen.

Das gelbe Schwefelarsenik (Rauschgelb, Operment, gelbe Arsenikglas) wird auf folgende Weise dargestellt. — Man trägt in die, bei der arsenigen Säure beschriebenen, Raffinirkessel mit Blechcylindern ein Gemeng von 7 Theilen arseniger Säure und 1 Theil Stangenschwefel und gibt allmählig steigende Hitze, wobei sich schwefligsaures Gas entwikkelt und Schwefelarsenik sublimirt; das feinste bildet ein schüsselförmiges Stück, muß einfarbig nicht streifig sein, letzteres wird nochmals raffinirt; das gelbe Sublimat wird einer neuen Schmelze zugesetzt. Nicht selten findet man im gelben Arsenikglas dünne weiße Schichten von arseniger Säure, welche, ohne durch Schwefel zerlegt worden zu sein, sich sublimirt hat. — Man kann gelbes Schwefelarsenik auch auf nassem Wege durch Niederschlagung einer Auflösung von arseniger Säure, oder eines arseniksauren Salzes, wenn es mit Salzsäure im Ueberschuß vermischt ist, durch Schwefelwasserstoffgas darstellen.

Anwendung. Das metallische Arsenik hat eine sehr beschränkte Anwendung in der Technik, indem man es nur als Fliegengift, bei der Fabrikation des Schroots und bei der Darstellung des Weißkupfers benutzt. Dieses (auch weißes Tomback, **Argent haché**, genannt) erhält man, wenn man gleiche Theile Kupferspäne oder Kupfergranalien und Arsenik unter einer Decke von Glas oder Kochsalz

schmilzt, wobei sich freilich ein Theil Arsenik verflüchtigt; oder man behandelt Kupfergranalien mit arseniger Säure und schwarzem Fluß unter einer Glasdecke. — Die arsenige Säure verwendet man zur Darstellung aller Arsenik-Präparate, bei der Glas- und Smaltefabrikation, Kattundruckerei, zur Bereitung von arseniksaurem und arsenigsaurem Kali, so auch in der Farbenbereitung zur Darstellung von Mineralgrün; als Gift gegen schädliche Thiere, in der Thier- und Menschenheilkunde, gegen Holzschwamm, trockne Fäule. — Beide Arten Schwefelarsenik gebraucht man in der Oelmalerei, Lackirkunst; das rothe in der Kattundruckerei, zum chinesischen Weißfeuer u. s. w.

Siebentes Kapitel.

Vom Kobalt.

Eigenschaft. Farbe röthlich grau, matt metallglänzend; magnetisch und Magnetismus wie Eisen annehmend; spec. Gewicht = 8,5 — 8,7, weicher als Eisen und dehnbar wie dieses; schmelzbar bei 130° Wedgwood. — Das Kobalt verbindet sich in der Hitze unmittelbar mit dem Sauerstoff und mittelbar beim Behandeln desselben mit wässeriger Schwefelsäure; das dadurch entstehende Kobaltoxyd enthält 21,33 Procent Sauerstoff. Beim gelinden Glühen nimmt dieses Oxyd noch Sauerstoff auf und verwandelt sich in Kobaltüberoxyd mit 28,92 Procent Sauerstoff. Das Kobalt verbindet sich mit den chlorartigen und schwefelartigen Metalloiden und wahrscheinlich nimmt es auch Kohlenstoff und Kiesel in geringer Menge auf, dadurch spröder

und härter werdend. — Mit den Metallen geht es Legirungen ein.

Vorkommen. — Das Kobalt gehört mit zu den seltneren Metallen. Es findet sich als Kobaltüberoxyd im Erdkobalt, als Arsenikkobalt im Speißkobalt, als Schwefelkobalt im Kobaltkies, mit Schwefel und Arsenik zugleich verbunden im Glanzkobalt, als schwefelsaures Kobaltoxyd im Kobaltvitriol u. s. w.

Gewinnung des Kobaltmetalles. — Kobalt wird nicht im Großen ausgebracht, sondern nur im Kleinen dargestellt; bemerkenswerth ist, daß fast nie ein Kobalterz sich findet, welches nicht gleichzeitig auch Nickel und kein Nickelerz, welches nicht auch Kobalt enthielte, weshalb beide Metalle in jedem Fall von einander zu scheiden sind.

Man wendet entweder Glanz- oder Speißkobalt an, röstet das gepulverte Erz, um Arsenik und Schwefel zu verflüchtigen und das Metall zu oxydiren, möglichst vollständig und löst es dann in Salpetersäure auf. Die Auflösung wird mit kohlensaurem Kali vorsichtig völlig neutralisirt, bis sich ein Niederschlag zu bilden anfängt, hierauf setzt man, um Arseniksäure und Eisen zu entfernen, essigsauren Bleioxyd so lange hinzu, als noch ein weißer Niederschlag sich abscheidet, hierdurch werden basisch arseniksaures Blei und Eisenoxyd abgeschieden, während die Flüssigkeit durch die Essigsäure säuert. Darauf wird durch Schwefelwasserstoffgas der etwaige Ueberschuß von aufgelöstem Bleisalz beseitigt, die Flüssigkeit vollkommen neutralisirt, das Eisenoxyd durch bernsteinsauren Ammoniak, das Kupferoxyd aus der angesäuerten Auflösung durch Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen, abfiltrirt, darauf erhitzt, um das überflüssige Gas auszutreiben und mit kohlensaurem Natron völlig zerlegt, wodurch sowohl

Kobalt- als Nickeloxyd (Eisenoxyd) niederfallen, welche ausgesüßt und mit aufgelöster Sauerkleesäure übergossen werden; da sich die kleesauren Kobalt- und Nickelsalze in freier Kleesäure nicht lösen, aber das kleesaure Eisenoxydsalz, so gießt man die Flüssigkeit ab, spühlt den Rückstand gehörig ab und löst die beiden rückständigen zu scheidenden Salze in Ammoniakflüssigkeit auf, setzt Wasser zu und läßt die Auflösung an der Luft stehen. Das Ammoniak entweicht, kleesaures Nickeloxyd mit etwas wenigem kleesauren Kobaltoxyd fällt nieder und kleesaures Kobaltoxyd bleibt rein in der Auflösung zurück; nach einiger Zeit filtrirt man, wenn sich nichts mehr abscheidet, die Flüssigkeit vom Niederschlag ab und dunstet sie ein. Aus diesem kleesauren Kobaltoxyd wird durchs Glühen in einem mit Kohle gefütterten Graphittiegel das Metall gewonnen, während Kohlenoxyd und kohlensaures Gas entweichen. — Nach Wöhler's Verfahren kann man Speißkobalt von Arsenik durch Schmelzen mit 8 Theilen Potasche und Schwefel befreien, so daß Schwefelkobalt beim Auflösen der Masse in Wasser zurückbleibt, während sich eine Verbindung von Schwefelarsenik und Schwefelkalium auflöst. Jedoch muß der Rückstand einer wiederholten Procedur unterworfen werden.

Technische Gewinnung und Benutzung von Kobaltoxyd. —— Das Kobaltoxyd fertigt man auf folgende Weise zum technischen Gebrauch im größeren Maßstabe an. Man löst Speißkobalt (Arsenikkobalt) in Salpetersäure auf, wodurch sich arseniksaures Kobaltoxyd erzeugt, vermischt mit anderen arseniksauren Metallsalzen, als Nickeleisenoxyd. Die Flüssigkeit wird mit Wasser stark verdünnt und eine Auflösung von kohlensaurem Kali unter stetem Umrühren zugefügt, wodurch sich fremde Metalle als

kohlensaure Salze niederschlagen, bis die Flüssigkeit eine rosenrothe Farbe annimmt, ein Zeichen, daß sie nur noch arseniksaures Kobaltoxyd enthält. Man filtrirt die Flüssigkeit von dem Niederschlag ab und zersetzt sie gänzlich durch kohlensaures Kali, welches im Ueberschuß hinzugefügt wird und läßt dieselbe eine kurze Zeit lang kochen. Der Niederschlag wird dann gesammelt, mit kochendem Wasser abgesüßt und getrocknet. Dieses Kobaltoxyd wird in der Porzellanmalerei angewendet. Um an Salpetersäure zu sparen, röstet man auch das Erz vorher und löst es dann in verdünnter Salpetersäure auf; die klare Flüssigkeit wird eingedunstet, mit Wasser verdünnt, wodurch sich arsenige Säure abscheidet, hierauf wird die klare Flüssigkeit wie vorstehend mit kohlensaurem Kali behandelt.

Verfertigung von Safflor, Smalte, Zaffer. —

Um die Mitte des 16. Jahrhunderts wurde von einem Glasmacher, Christoph Schürer, ein Versuch gemacht, Kobalterz mit Glas zusammenzuschmelzen, wodurch ein blaugefärbtes Produkt erhalten wurde; bald wurde dieses Handelswaare und ging besonders nach Holland. Früher hatte man die Kobalterze in Sachsen blos auf Wismuth benutzt, welchen man absaigerte und das absaigerte Kobalterz, Wismuthgraupen genannt, als unnütz auf die Halden geworfen, welche nun von den Holländern aufgekauft wurden. Sie erhielten dieselben geröstet, mit Sand vermengt, als Zaffer. — Die Smalte, blaue Farbe, ist ein durch Kobaltoxyd blaugefärbtes Kaliglas, welches mechanisch mehr oder minder fein zerkleinert in den Handel kommt. Die zur Darstellung desselben nöthigen Materialien sind: 1) Kobalterze, welche theils einer chemische Vorbereitung bedürfen oder auch nicht, ei-

gentlich richtiger gesagt Kobaltoxyd; 2) Potasche; 3) Quarz; 4) als Zuschlag arsenige Säure.

1) Was die Kobalterze betrifft (auf den Blaufarbenwerken durch K bezeichnet), so sind sie entweder schon in einem oxydirten Zustande, wie der graue Erdkobalt, die Kobaltblüthe, Kobaltbeschlag, brauchen also nicht erst oxydirt zu werden, oder es ist Speiß- und Glanzkobalt (**FFK***), wenn es derbes Erz und **FK** wenn es eingesprengtes), welche reguliniſches Kobalt mit Arsenik (und Schwefel im letztern) verbunden enthalten. Diese müssen erst oxydirt werden. Hierzu bedient man sich eines Reverberir- oder Calcinirofens eigner Construktion, mit einem langen Giftfang versehen, um die durchs Oxydiren des Erzes sich erzeugende arsenige Säure zu gewinnen. Der Ofen hat ungefähr folgende Einrichtung: es ist ein runder (oder eckiger) mit einem flachen Gewölbe überspannter Ofen, auf dessen Sohle der Kobalterzschliech aufgeschüttet wird. Unter der Sohle des Ofens ist der Feuerraum, wo Holz gebrannt wird, dessen Flamme durch eine seitwärts befindliche Oeffnung in der Ofensohle heraufschlägt und sich über dem ausgebreiteten Schliech verbreitet. Aus diesem Calcinirraum führt ein Fuchs in der Umfangswand zum langen Giftgang, welches ein horizontaler oder wenig ansteigender, mehrere 100 Fuß langer gemauerter Kanal ist, zum Sublimiren der arsenigen Säure bestimmt, er endigt sich in einer Giftkammer (Gifthaus), einem in 3 oder 4 Abtheilungen vermöge senkrechter Wände getheilten Raume, dessen einzelne Abtheilungen mit einander durch Oeffnungen so in Verbindung stehen, daß der arsenikalische Rauch aus dem Giftfang durch alle einzelnen

*) F fein, O ordinär, M mittel, B böhmische Sorte, in Sachsen.

Abtheilungen durchziehen muß, um nach den, mit der letzten in Verbindung stehenden Schornsteinen zu gelangen, welche den Zug bedingen. (Die Abbildung eines gut eingerichteten Giftthurms zu Altenberg ist zum Kapitel vom Arsenik geliefert, siehe Taf. XI. Fig. 1). Man nimmt auf den Blaufarbenwerken das Rösten nur im Winter vor, theils wegen der in der Kälte leichtern und vollständigern Niederschlagung der Dämpfe der arsenigen Säure in dem Giftfang und dem Gifthaus, theils weil dann die Vegetation erstorben ist und durch die nicht niedergeschlagenen arsenikalischen Dämpfe nicht leidet. Man röstet 3 bis 5 Centner Schliech auf einmal und trägt denselben 5 bis 6 Zoll hoch auf; nach zwei Stunden wird er gewendet und dieses alle halbe Stunden wiederholt, bis kein Arsenikdampf mehr entweicht. Hierauf ist der Proceß zu Ende, das Erz wird aus dem Ofen gekrückt und frisches eingebracht. Die Dauer des Röstens richtet sich theils nach der Menge von Schwefel und Arsenik, theils nach dem Gehalt an Nickel, welcher, wenn er sich oxydirt und in die Glasmasse eingeht, die Farbe verschlechtert (solche Erze werden nur wenig oder gar nicht geröstet, um den Nickel in die Speise zu treiben), theils auch nach der Qualität der Farbe, die man produciren will. Das geröstete wird gesiebt aufbewahrt. Der Gewichtsverlust beträgt beim Rösten im Durchschnitt 36 Procent. Das geröstete Kobalterz hat eine bräunlich graue Farbe, führt den Namen Safflor (S) und wird in verschiedene Sorten eingetheilt (FFS, FS, OS, MS), welche durchs Mengen verschiedener calcinirter Erze gewonnen werden. Ein Gemisch von geröstetem Erz und Sand, welches angefeuchtet in Fässer geschlagen wird, heißt Zaffer. Die Töpfer bedienen sich desselben. Enthalten die Kobalterze eingemengtes Wismuth, was

nicht selten der Fall ist, besonders bei den sächsischen Speißkobalten in der Umgegend von Schneeberg, so wird dieses Metall erst durch eine vorläufige Absaigerung geschieden, welche theils durch bloßes Rösten mit Holz, theils auf Saigerheerden, theils in eigends construirten Saigeröfen (Treiböfen) geschieht. (Das Nähere siehe beim Wismuth.) —

Kobalterze, welche reich an Nickel sind, läßt man allmählig an der Luft oxydiren, verwittern, wobei sich durch die Wasserdämpfe der Luft das enthaltene Eisen, Kobalt, Arsenik, Schwefel oxydiren, Nickel aber nicht, diese Verwitterung läßt man ein Jahr andauern; länger fortgesetzt, wird endlich auch Nickel oxydirt, was der Farbe nachtheilig ist. Durch diesen Proceß nimmt das Erz an 8 bis 10 Procent zu.

2) Der Quarz wird auf Röstbetten gebrannt, wodurch er theils sein Wasser verliert, theils mürbe wird, so daß er sich leicht durch Pochstempel zerkleinern läßt. Man pocht ihn naß und läßt das Pochmehl in Sümpfen sich absetzen, wobei das Eisenoxyd, welches nebst Kalk und Magnesia den Quarz verunreinigt, mit dem Wasser fortgeführt wird. Der feuchte Quarzsand wird dann in einem Glühofen geglüht, darauf nach dem Abkühlen gesiebt. Man rechnet bei diesen Operationen 30 Procent Verlust gegen das Gewicht des dem Pochen unterworfenen Quarzes.

Zum Schmelzen des Kobaltglases dient ein Glasofen, den man Blaufarbeofen nennt, und Häfen aus feuerfestem Thon. Man wendet zwar auch statt dieses Tiegelofens einen eigens construirten Flammenofen an, wie z. B. zu Hasserode bei Wernigerode, doch ist dieses nicht die gewöhnlichste Art; daß man aber bei letzter Einrichtung an Brennmaterial ersparen mag, ist ersichtlich, so wie auch durch die Ersparung der Häfen die Kosten verringert werden.

Die Anmengung der drei Ingredienzien zu dem Farbenglas (G) geschieht in verschiedenen Verhältnissen, theils nach der Beschaffenheit des calcinirten Kobalterzes, theils nach der zu erzielenden Farbe, der beabsichtigten leichteren oder schwerern Schmelzbarkeit, letztere durch größern Zusatz von Quarzsand, dann pflegt man auch als Flußmittel arsenige Säure hinzuzusezzen, ebenso Heerdglas und Eschel. Das Mengen geschieht in hölzernen Kästen sehr gleichförmig, für den Verbrauch eines Tags, auf den Hafen 3 Centner; die Beschickungen zu den verschiedenen Farbengläsern, Couleuren (C) und Escheln (E), sind verschieden und werden als Geheimnisse betrachtet; man benennt sie **FFFC, FFC, FC, MC, OC.** Das Schmelzen geschieht wie beim Glasofen, nur ist hier die Dauer einer Schmelze, wenn der Ofen in gehörigem Gang, 8 Stunden, da die Beschickung weit leichter schmilzt, als das reine Glas. Die Glasmasse wird mehrmals durchgerührt und ihre Beschaffenheit nach genommenen Proben beurtheilt, ob sie homogen und ob sich die Speisekörner gehörig abgesetzt haben. Ist die Schmelze beendet, so schöpft man das Glas mit eisernen Löffeln an langen hölzernen Stielen in einen Trog mit fließendem Wasser, worin es sogleich abgeschreckt wird. In dem untern Theil der Tiegel befindet sich die Speise, welche vom Glas vorsichtig abgegossen und in eisernen Formen aufgesammelt wird. Ein Schmelzofen mit 8 Häfen liefert in 24 Stunden von 24 Centner Gemeng 19 Ctr. Glas, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ Ctr. Speise.

Speise, Kobaltspeise nennt man eine Verbindung von Arsenik mit Nickel, Schwefel, welchem noch Kobalt, Eisen, Kupfer, Wismuth rc. in kleinen oder letzteres auch wohl in größeren Mengen beigemischt ist, wenn man die Erze nicht von diesem durchs

Absaigern befreit hatte; in einem solchen Fall wird die Speise zuerst auf Wismuth benutzt.

Die wismuthfreie Speise wird gepocht und zu Gläsern mit verbraucht. Die Entstehung der Speise beruht theils in einer minder vollkommenen Calcination der Erze, so daß noch metallische Theile übrig bleiben, die sich dann beim Schmelzen vereinigen, theils daß Nickel in reichlicher Menge vorhanden, dessen Oxyd sich bei Vorhandensein von Arsenik reducirt, um Arseniknickel zu bilden. Nicht überall erhält man bei dem Glasschmelzen Speise, es kommt viel auf die Erze und das Calciniren an. — Jetzt wird man, da das Nickel eine technische Anwendung im Großen gefunden hat, schwerlich mehr zu obigen Zwecken die Speise verarbeiten, zumal da Nickeloxyd das reine Blau in's Violete zieht.

Die blauen Gläser werden nach dem Abschrecken unter Pochstempeln trocken gepocht, durch ein feines Durchwurfssieb geworfen, dann auf Mühlen mit Wasser vermahlen, deren Steine von Granit in einem hölzernen Gefäß sich befinden. Gewöhnlich wird der Schlamm nach 6 Stunden abgezapft und in große Waschfässer geschüttet, um die gröberen Theile von den feineren zu sondern, welches erstere Streublau heißt und nochmals vermahlen wird. Hat nun die Flüssigkeit 8 bis 30 Minuten lang, nach Maßgabe der Güte der Smalten und der Temperatur des Wassers, ruhig gestanden, so wird sie in ein zweites Faß gezapft, in welchem die eigentliche Abscheidung der Farbe erfolgt und zwar binnen ¾ bis 1½ Stunden. Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit ist immer noch von eingemengten sehr fein zertheilten Theilchen stark gefärbt, Eschel, weshalb man dieselbe in Bottiche, Sümpfe abzapft, in denen man das Wasser sich ganz klären läßt, wobei sich aller Eschel ab-

setzt. Die gewonnene Farbe sowohl, als der Eschel werden nun einem wiederholten Waschen unterworfen, um die erstere von eingemengtem Eschel, überhaupt von Unreinigkeiten, Glasgalle zu reinigen. Das trübe Wasser vom Verwaschen der Eschel, was endlich mehr bläulich grau, als blau aussieht, setzt zuletzt den schlechtesten in den Sümpfen ab, den Sumpfeschel, welcher den Glasgemengen beigesetzt wird. —
Man erhält beim Aufbereiten der Farbengläser im Durchschnitt 60 Procent Farbe, der Eschel aber 70 Procent Eschel von 100 Glas. Die Farbe und Eschel werden nun bei mäßiger Wärme getrocknet, dies geschieht in eigens geheizten Trocknenstuben auf Bretern, die in Gerüsten liegen, auch wohl in Trockenhäusern an der Luft, dann zwischen Bretern gerieben und gesiebt, die Eschel auch wohl noch einmal trokken gemahlen, gebeutelt (oder zwischen polirten stählernen Walzen zerdrückt und gebeutelt.).

Die Smalte und der Eschel werden von den Blaufarbenwerken in sehr mannigfachen Nüancen geliefert und auf Bestellung nach Probe gefertigt; je reiner das Kobalterz von fremden Metallen, desto schöner die Farbe; so geben z. B. die besten sächsischen Erze, noch mehr aber der reine Tunaberger Glanzkobalt sehr reine, kräftige, dicke Farben, während nickelhaltige leicht, wenn das Nickeloxyd in die Farbe eingeht, einen violeten Ton erhalten. Die blauen Farben sind in Luft und Wetter und in der Schmelzhütte unveränderlich, werden weder vom Wasser, noch von Säuren, ausgenommen Flußsäure, oder Alkalien, angegriffen, sind daher in manchen Beziehungen andern blauen Pigmenten vorzuziehen. Die beste und feinste Smalte heißt Königsblau. Der Verbrauch der Smalte und Eschel theils zum Bläuen von Leinenzeug, vermischt mit Stärke als Wasch-

blau, Neublau, des Papiers, wodurch aber die Federn schnell stumpf werden; als ein durch Witterung nicht zerstörbares Pigment, für Fresco- und Stubenmalerei, für die Malerei auf gebranntem Geschirre rc., ist sehr bedeutend. Es ist bisher noch nicht ohne Zweifel bekannt, zu welchem Zweck früher so viele Smalte von den Engländern, Holländern angekauft und nach Amerika gesendet wurde.









